T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

CNC FREZE ÇEVRİMLERİ

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. CNC FREZEDE DELİK DELME VE İŞLEME ÇEVRİMLERİ 3
1.1. CNC Frezede Yapılacak İş ve İşleme Uygun Çevrim Seçme 3
1.1.1. Delik Delme 5
1.1.2. Delik Büyütme 24
1.1.3. Kılavuz Çekme 32
1.1.4. Rayba Çekme Çevrimi (G85) 39
1.1.5. Rayba Çekme Çevrimi (CYCLE85) 40
1.1.6. Çevrim İptali (G80) 43
1.1.7. Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgâhta Uygulanması 43
UYGULAMA FAALİYETİ 45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 48
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 51
2. CNC FREZEDE CEP BOŞALTMA ÇEVRİMLERİ 51
2.1. CNC Frezede Yapılacak İş ve İşleme Uygun Cep Çevrimini Seçme 51
2.1.1. Dikdörtgen Cep Boşaltma (G24) 52
2.1.2. Dairesel Cep Boşaltma (G25) 55
2.2. Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgâhta Uygulanması 58
UYGULAMA FAALİYETİ 59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 61
MODÜL DEĞERLENDİRME 63
CEVAP ANAHTARLARI 65
KAYNAKÇA 66

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Bilgisayarlı Makine İmalatı**
MODÜLÜN ADI	**CNC Freze Çevrimleri**
MODÜLÜN TANIMI	CNC freze tezgâhlarında program hazırlama, işlem sırasını belirleme, simülasyon yapabilme becerilerini içeren öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Alan ortak derslerini almış olmak
YETERLİK	CNC frezede değişik çevrimleri programlamak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül ile uygun ortam ve araç gereçler sağlandığında CNC frezede çevrimleri programlayabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** CNC frezelerde delik delme, delik büyütme, kılavuz ve rayba çekme çevrimlerini programlayabileceksiniz. **2.** CNC frezelerde cep oluşturma çevrimini programlayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Atölye, bilgisayar laboratuvarı **Donanım:** El aletleri, CNC freze tezgâhı, bilgisayar, örnek işler
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüz sanayisinde gittikçe artan sayıda kullanılan CNC tezgâhları üretime esneklik, parça başına düşük maliyet, istenilen tolerans ve kalitede parça üretimi gibi konularda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. İmalatın ana hedefi en kısa zamanda, en az üretim maliyeti (ham madde, elektrik, işçilik giderleri vb.) ile tüketicinin beklediği kalitede üretimi gerçekleştirmektir. Bu amaç doğrultusunda NC ve daha sonra CNC tezgâhları imalat sektörüne girmiştir. Gelişen imalat yöntemleri doğrultusunda, 90'lı yılların başından itibaren ülkemiz, orta ve büyük ölçekli üretim atölyelerinde CNC freze tezgâhları en çok kullanılan takım tezgâhlarıdır. Hassasiyet, ekonomiklik, güvenilirlik ve zaman bakımında üstünlükleri çok fazladır.

CNC takım tezgâhlarında belirli işlemleri yapmak için kullanılan kodlar vardır. Ancak bazı işlemler bir dizi aynı hareketin tekrarı şeklinde olduğu için bu hareketler tek bir komut satırında gösterilerek bu işlemler kısaltılmıştır. Bu kodların öğrenilmesi ile çok büyük boyutlarda ve karmaşık sayısal girdilerin girilmesi ile yapılacak işlemler küçük boyutlara ve sade sayısal veriler şekline dönüşür. Bu nedenle bu kodların öğrenilmesi kullanıcı için oldukça önemli faydalar sağlayacaktır. Bu nedenle bu kodların ve komut satırlarının öğrenilmesi sizin için CNC programlamada önceliklerinizi arasında olmalıdır.

Sizlere bu modül içerisinde Türkiye'de en çok kullanılan FANUC ve SIEMENS kontrol sistemlerinde kullanılan CNC freze çevrimlerini anlatacağız.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

CNC frezelerde delik delme, delik büyütme, kılavuz ve rayba çekme çevrimlerini programlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

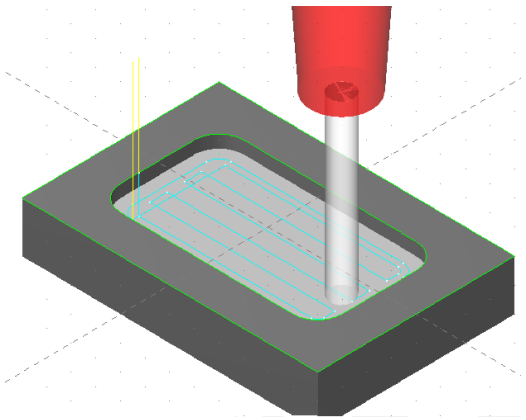
- Bir freze tezgâhında delik delme işlem basamakları nelerdir? Araştırınız.
- Çevrenizdeki CNC freze tezgâhı bulunan işletmelerdeki CNC operatörleri ile görüşerek delik delmede kaç yöntem olduğunu araştırınız.

1. CNC FREZEDE DELİK DELME VE İŞLEME ÇEVRİMLERİ

1.1. CNC Frezede Yapılacak İş ve İşleme Uygun Çevrim Seçme

CNC freze tezgâhlarında çevrim (CYCLE); tekrarlanan bir dizi işlemleri gerçekleştirmek ve zamandan kazanmak için yazılan işlemler dizisidir. Çevrimler, programcının program yazmasını kolaylaştırır. Çevrimle, birden fazla G ve M fonksiyonu kullanılarak yazılan bir parça programı, tek bir program satırı (bloğu) ile ifade edilebilir.

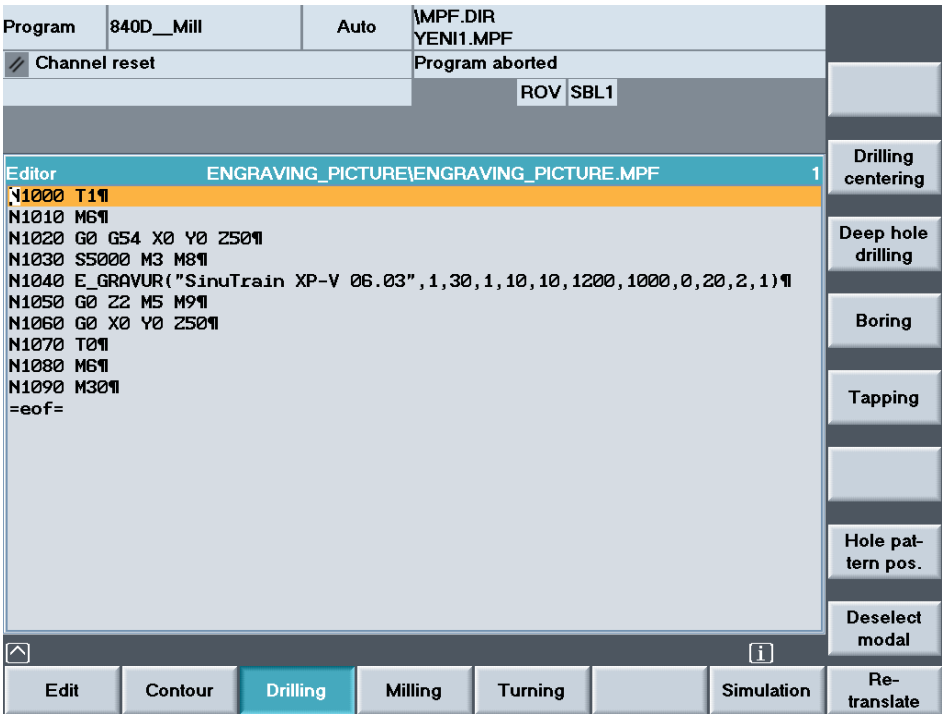
Aşağıda dikdörtgen cep boşaltma çevrimi uygulaması görülmektedir. Çevrim parametreleri girildikten sonra kesici parçaya dalar, zikzak hareketleri ile talaş alarak cep boşaltma işlemi yapar. İşlem bitince kesici parçadan uzaklaşarak başladığı yere geri döner.



Şekil 1.1: Örnek bir frezeleme çevrimi

Siemens kontrol panelli tezgâhlarda çevrimler program sayfasına doğrudan yazılabilir ya da çevrim sayfasına ulaşılarak gerekli parametreler girilerek otomatik olarak yazılır.

Çevrim sayfasına ulaşmak için editörün altındaki çevrim seçeneklerinden birine basılır. Örneğin; drilling (delik delme) tuşuna basılınca ekranın sağ tarafında delik delme ile ilgili çevrim seçenekleri ekrana gelir. Milling tuşuna basılınca da frezeleme ile ilgili çevrim seçenekleri ekrana gelir.



Şekil 1.2: Siemens sisteminde çevrim sayfası

Fanuc kontrol panelli tezgâhlarda çevrimlerin tekrar sayısı çevrim bloğunda K değeri ile ifade edilir. K değeri mutlak programlama (G90) aktif hâlde iken çevrimde belirtildiğinde çevrim aynı pozisyonda K sayısı kadar tekrarlanır. Buna mukabil çevrimlerde tekrar sayısının artışlı programlamada (G91) belirtilmesi çevrimlerin delik işleme operasyonlarını kolaylaştıran bir özelliği vardır.

Artışlı programlama aktif hâlde iken çevrimlerde K değeri belirtildiği takdirde, çevrim kodunun pozisyonlandırma bloğunda belirtilen değerler kadar pozisyon kaydırılarak yeni elde edilen pozisyonda çevrimin tekrarlanması sağlanır. İşlem, K ile belirtilen değere ulaşılıncaya kadar devam eder.

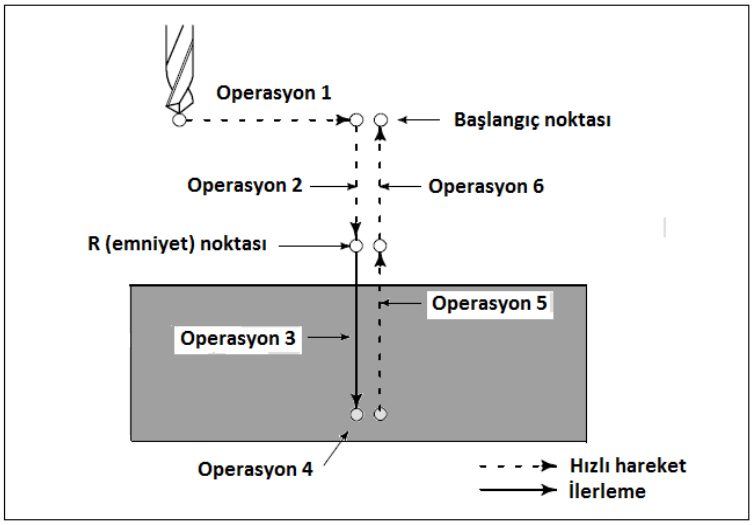
Buna güzel bir örnek, belirli aralıklar ile belirli sayıda delik delme işleminin artışlı modda ve K değeri belirtilmek suretiyle işlenmesidir. Tekrar sayısı sadece belirtildiği blokta geçerlidir. Tekrar sayısı çevrimde belirtilmediği zaman işlemin bir defa yapılacağı anlaşılır.

1.1.1. Delik Delme

CNC freze tezgâhlarında delik delme işlemlerinde çeşitli çevrimler kullanılmaktadır. Her delik delme çevriminin farklı özellikleri vardır. Örneğin, derinliği az olan bir delik normal delik delme çevrimi (G81, CYCLE81) ile delinirken derinliği fazla olan delikler kademeli delik delme çevrimi (G83, CYCLE83) ile delinir.

Bir delik delme çevriminde kesici takım sırasıyla aşağıdaki 6 ana operasyonu içermektedir (Şekil 1.3).

- **Operasyon 1:** X ve Y ekseninde pozisyon alma
- **Operasyon 2:** R (emniyetli yaklaşma) noktasına hızlı hareketle gelme
- **Operasyon 3:** Delik delme işlemi
- **Operasyon 4:** Delik dibindeki bekleme verilen süre kadar bekleme
- **Operasyon 5:** R (emniyet uzaklaşma) noktasına geriye hızlı hareket ile dönme
- **Operasyon 6:** Başlangıç noktasına hızlı hareket ile geri gelme

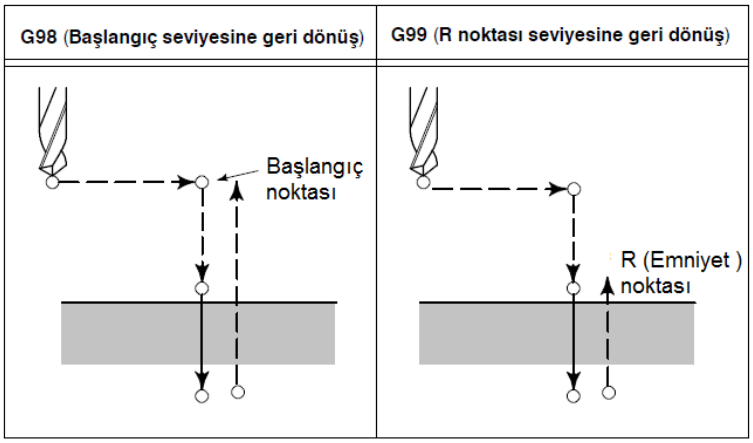


Şekil 1.3: Delik delme çevrimi

G81-G89 arası kodlar modal G kodlarıdır ve iptal edilene kadar aktif olarak kalır. Delik delme ile ilgili olan değerler bir kez belirtilir. Yeni bir değer girilene kadar ya da çevrim iptal edilene kadar aktif kalır. Bu nedenle çevrimin ilk belirtildiği satırda gerekli olan tüm değerler çevrimde birlikte belirtilmelidir. Sonraki bloklarda aynı çevrim ile işlemler yapılacak ise sadece gerekli olan çevrim verileri değiştirilir.

Fanuc sisteminde; takım, kesme hareketleri yaparak delme işlemini tamamladıktan sonra takım geri çıkar. Takımının geri çıkma konumu çevrimin başlangıç noktası ise G98 kodu, R emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası ise G99 kodu ile belirtilir. Çevrimde kesicinin hangi noktaya çıkacağı çevrimdeki her bir satır için ayrı ayrı belirtilebilir.

G98 ve G99 kodları, karşılıklı dönüşümlü modal G kodlarıdır. Yani bir defa belirtildiğinde diğer G kodu (G98 veya G99) belirtilene kadar aktif olarak kalır. Tezgâh açıldığında G98 kodu aktiftir. (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Fanuc'da G98 ve G99 kodlarının kullanım şekilleri

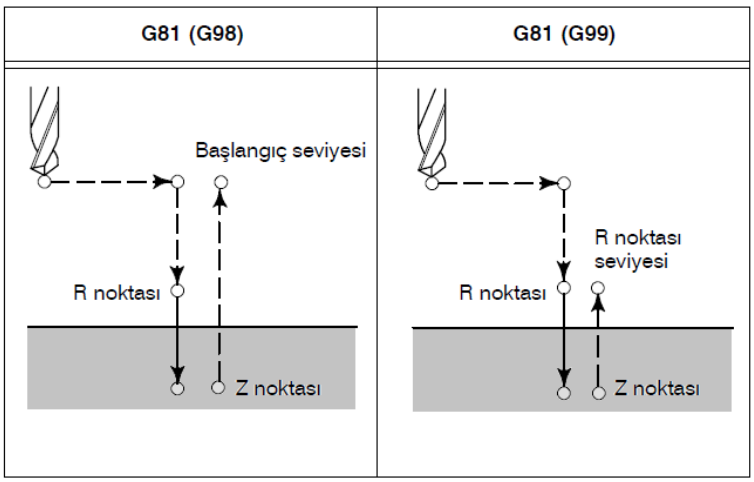
1.1.1.1. Delik Delme ve Havşa Açma Çevrimi (G81)

CNC parça programlarında en çok kullanılan delik delme çevrimidir. Genellikle derinliği az olan delikleri delmek, havşa açmak ve punto deliği açmak için kullanılır.

Bu çevrimde ilerleme delik sonuna kadar kesintisiz uygulanır. Matkap delik sonuna geldiğinde bekleme yapmadan hızlı hareketle geri çıkar. Diğer delikler sadece delik merkez koordinatları yazılarak delinir. İlk delik için geçerli olan tüm değerler diğer delikler için de geçerlidir.

Fanuc kontrollü tezgâhlarda G81 normal delik delme çevrimi;

G81 X… Y… Z… R… F… K… ;	
G81	Delik delme ve havşa açma çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
F	Kesme ilerleme hızı / miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı
G98	Çevrim başlangıç noktasını kullan (G99'u iptal eder.)
G99	R emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasını kullan (G98'i iptal eder.)
G80	Çevrimlerin iptali, delme işlemlerinden sonra G80 ile çevrim iptal edilir.



Şekil 1.5: Fanuc'da G81 delik delme ve havşa açma çevrimi

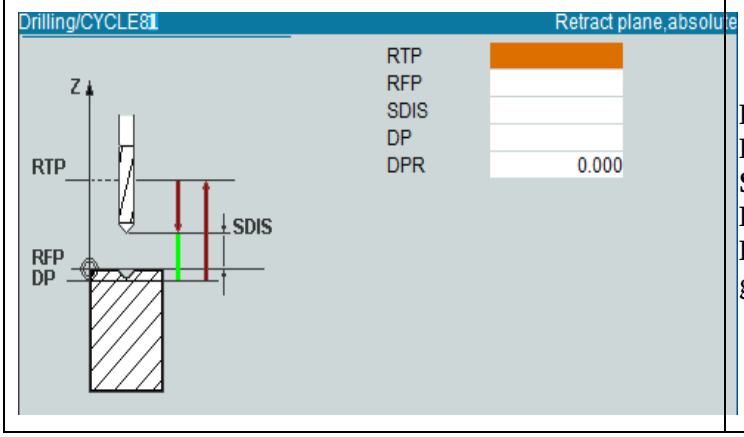
G81 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir (Şekil 1.5);

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- Buradan R noktasına hızlı hareket ile gelir.
- F kesme ilerlemesiyle R noktasından Z noktasına kadar delme işlemi yapar.
- Takım delik dibinden çevrimde kullanılan G98 veya G99 kodunun durumuna göre başlangıç noktasına (G98) veya emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasına (G99) hızlı hareket ile geri çıkar.

1.1.1.1. Delik Delme ve Havşa Açma Çevrimi (CYCLE81)

Siemens kontrollü tezgâhlarda delik delme çevrimi (CYCLE81) ;

CYCLE81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

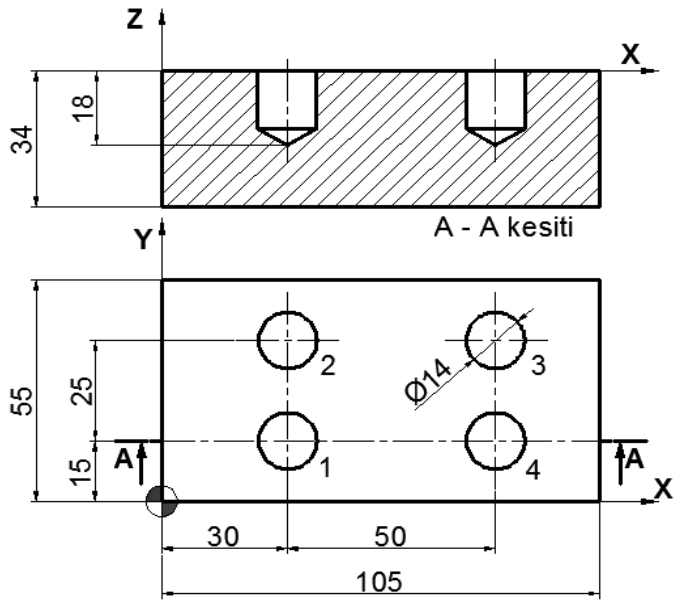


RTP: Geri çıkma mesafesi
RFP: Referans düzlemi
SDIS: Emniyet mesafesi
DP: Delik derinliği
DPR: Referans düzleme göre delik derinliği

Şekil 1.6: Siemens CYCLE81 delik delme ve havşa açma çevrimi

- **MCALL:** Cycle'ın başına yazılırsa aynı Cycle'ı tekrar ettirme komutudur. Bir sonraki çağrıya kadar aktiftir. Komutu pozisyonlandırdıktan sonra yazılırsa **MCALL**'i iptal edilmiş olur.

Delik delme örneği;



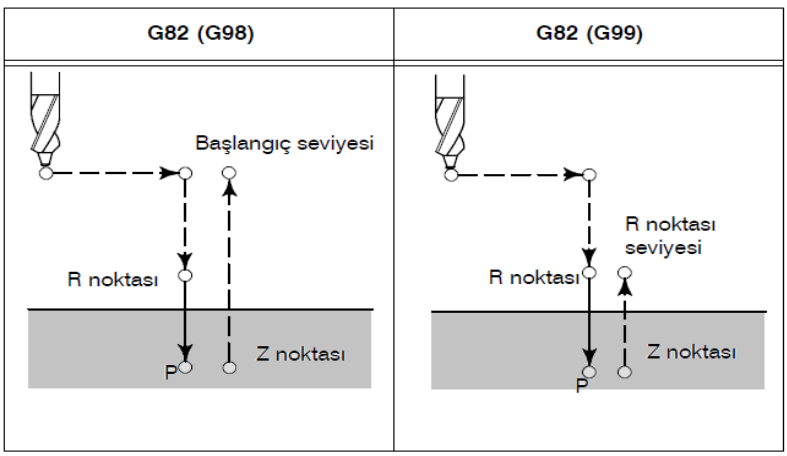
Şekil 1.7: Delik delme ve havşa açma çevrimi örneği

O 0001 ; (FANUC)	1 no.lu program
T4 M6;	Takım değiştir.
M03 S1350;	Fener milini saat ibresi yönünde 1350 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H4 Z30 M08;	4 no.lu takım boy telafisini Z30 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G99 G81 X30 Y15 Z-18 R5 F120	G81 çevrimini kullanarak (X30,Y15) olan noktaya 18 mm derinliğinde delik del. Delme işleminden sonra R emniyet noktasına geri dön.
Y40;	2 no.lu deliğin koordinatı
X80;	3 no.lu deliğin koordinatı
Y15;	4 no.lu deliğin koordinatı
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G80 ;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
G28 X0 Y0;	Takımı X ve Y ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

O 0000 ; (SIEMENS)	1 no.lu program
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını mutlak koordinatı seç.
M6 T04 D1;	Takım değiştirip 4 no.lu takımı seç.
S1350 M03;	Aynayı saat ibresi yönünde 1350 dev/dk. ile döndür.
G0 X30 Y15 Z20;	Hızlı hareket ile verilen koordinatlara gel.
F200;	İlerleme hızı 200 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE81(10,0,5,-18,0)	**CYCLE81:** Delik delme ve havşa açma çevrimi. **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu **10(RTP):** Geri çıkma mesafesi 10 mm. **0(RFP):** Referans düzlemi **5(SDIS):** "R" emniyet mesafesi **-18(DP):** Delik derinliği 18 mm **0(DPR):** Referans düzleme göre delik derinliği
G0 X30 Y15;	1 no.lu deliğin koordinatları
G0 X30 Y40;	2 no.lu deliğin koordinatları
G0 X80 Y40;	3 no.lu deliğin koordinatları
G0 X80 Y15;	4 no.lu deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G91 G28 Z0;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
G28 X0 Y0;	Takımı X ve Y ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

1.1.1.2. Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi (G82) CYCLE82)

Bu delik delme çevrimi kör deliklerde delik alt yüzeyinde pürüzsüz yüzeyler elde etmek amacıyla kesicinin delik sonunda bekletilmesi gerektiği durumlarda kullanılır. Bu çevrimde, delik sonuna kadar talaş alma ilerlemesi ile hareket edilip delik sonunda istenilen süre (P) kadar beklenir. Daha sonra takım hızlı (G0) hareketle parçadan geri çıkar. G81 komutuyla bekleme fonksiyonu dışında tamamıyla aynıdır.



Şekil 1.8: Fanuc'da G82 delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi

G81 ile G82 komutlarının çalışma mantıkları aynıdır. İkisi arasındaki tek fark G81'de takım delik dibine geldiği anda hemen G0 hızıyla geri çıkarken G82'de ise takım Fanuc'da ***P***, Siemens'te ***DTB*** parametresinde belirtilen süre kadar bekler ve sonra G0 hızıyla geri çıkar.

G82 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir (Şekil 1.8);

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- Buradan R noktasına hızlı hareket ile gelir.
- F kesme ilerlemesiyle R noktasından Z noktasına kadar delme işlemi yapar.
- Takım delik dibinde P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Takım delik dibinden çevrimde kullanılan G98 veya G99 kodunun durumuna göre başlangıç noktasına (G98) veya emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasına (G99) hızlı hareket ile geri çıkar.

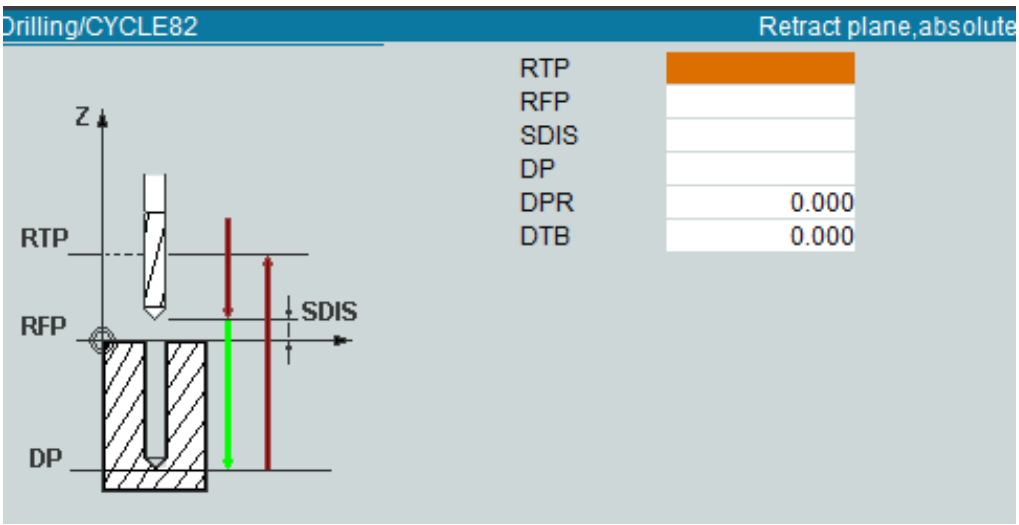
Fanuc sisteminde G82 delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi formatı;

G82 X… Y… Z… R… P… F… K… ;	
G82	Delik sonunda delik delme ve havşa açma çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
P	Delik sonunda bekleme süresi (milisaniye) (1 saniye=1000 milisaniye)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı
G98	Çevrim başlangıç noktasını kullan (G99'u iptal eder.)
G99	R emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasını kullan (G98'i iptal eder.)
G80	Çevrimlerin iptali, delme işlemlerinden sonra G80 ile çevrim iptal edilir.

1.1.1.3. Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi (CYCLE82)

Siemens sisteminde delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi (CYCLE82) aşağıdaki gibidir;

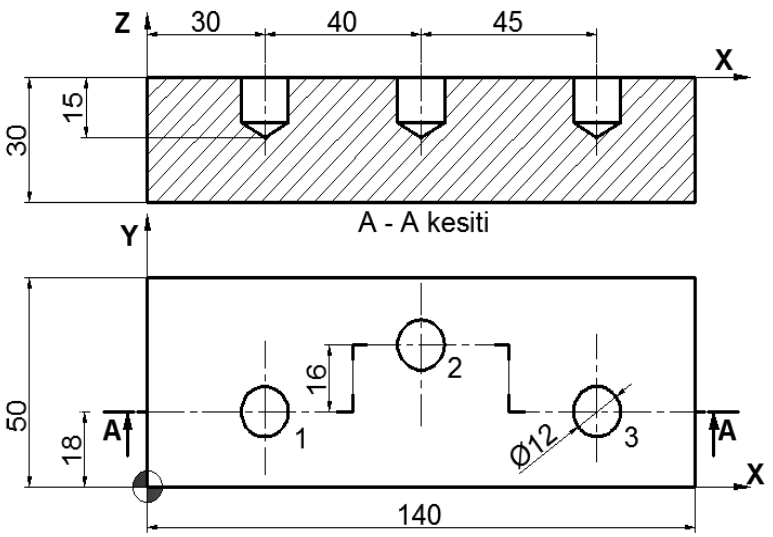
CYCLE82 *(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTP)*



- **RTP:** Geri çıkma mesafesi
- **RFP:** Referans düzlemi
- **SDIS:** Emniyet mesafesi
- **DP:** Delik derinliği
- **DPR:** Referans düzleme göre delik derinliği
- **DTB:** Talaş kırmak için delik sonunda bekleme süresi

Şekil 1.9: Siemens'te (CYCLE81 ve CYCLE82) delik delme çevrimi

Delik sonunda beklemeli delik delme çevrimi örneği;



Şekil 1.10: G82 çevrimi örneği

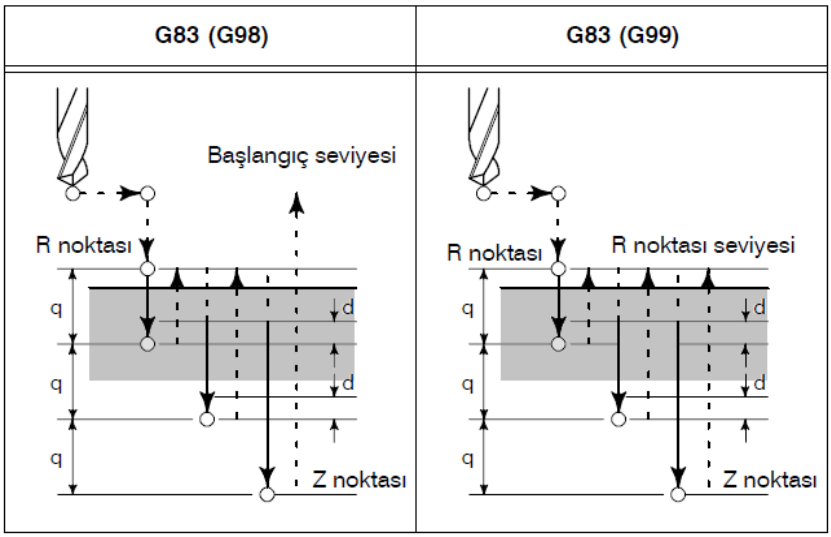
O 00002 ; (FANUC)	2 no.lu program
T4 M6;	Takım değiştirme
M03 S1400;	Fener milini saat ibresi yönünde 1400 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H4 Z30 M08;	4 no.lu takım boy telafisini Z30 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G98 G82 X30 Y18 Z-15 R6 P2000 F140;	G81 çevrimini kullanarak (X30,Y18) olan noktaya 15 mm derinliğinde delik del. Delik sonunda 2 sn. bekle. Delme işleminden sonra başlangıç noktasına geri dön.
G91 X40 Y16;	2 no.lu deliğin koordinatı (bekleme 2 sn.)
X45 Y-16;	2 no.lu deliğin koordinatı (bekleme 2 sn.)
G80;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0 ;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
G28 X0 Y0;	Takımı X ve Y ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

O 00002 ; (SIEMENS)	2 no.lu program
G90 G54;	Takım değiştirme
M6 T05 D1;	Takım değiştirip 5 no.lu takımı seç.
S1400 M03;	Aynayı saat ibresi yönünde 1400 dev/dk. ile döndür
G0 X30 Y18 Z20;	Hızlı hareket ile verilen koordinatlara gel.
F140;	İlerleme hızı 200 mm/dk. seç.
MCALLCYCLE82 (5,0,1,-15, 0, 1)	**CYCLE82:** Delik sonunda beklemeli delme çevrimi. **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu. **5-(RTP):** Geri çıkma mesafesi 5 mm. **0-(RFP):** Referans düzlemi. **1-(SDIS):** "R" emniyet mesafesi. **-15-(DP):** Delik derinliği 15 mm **0-(DPR):** Referans düzleme göre delik derinliği **1-(DTB):** Delik sonunda bekleme süresi 1 saniye
G0 X30 Y18;	1 no.lu deliğin koordinatları
G0 X70 Y34;	2 no.lu deliğin koordinatları
G0 X115 Y18;	3 no.lu deliğin koordinatları
G91 G28 Z0 ;	Takımın hızlı hareketle referansa gitmesi
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G91 G28 Z0;	Takımın Z ekseninde Home gönder.
G28 X0 Y0;	Takımı X ve Y ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

1.1.1.2. Talaş Boşaltmalı (Gagalamalı) Derin Delik Delme Çevrimi (G83)

Bu çevrim; gagalamalı (kademeli) ve talaş boşaltmalı delik delme çevrimi olarak da adlandırılır. Derinliği fazla olan deliklerin delinmesinde kullanılır. Matkap delik dibine kadar

kademeli ilerler. Sonra bir miktar hızlı hareketle geri çekilir. Bu esnada oluşan talaşlar kırılır. Böylece matkabın sıkışması da önlenmiş olur.



Şekil 1.11: Fanuc'da G83 gagalamalı (talaş boşaltmalı) delik delme çevrimi

G83 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir (Şekil 1.11) ;

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- Buradan R noktasına hızlı hareket ile gelir.
- Q değeri kadar R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile deliğe dalar.
- Sonra emniyet noktasına hızlı hareket ile geri çıkar.
- Sonra (q-d) değeri kadar hızlı hareket ile dalar (d parametrik değerdir.).
- Sonra kesme ilerlemesi ile bir önceki derinlik değerinden q kadar daha derine dalarak kesme işlemi yapar.
- Tekrar emniyet noktasına hızlı hareket ile çıkar.
- Delik dibine varılıncaya kadar bu işlemler tekrarlanır.
- Takım delik dibinden çevrimde kullanılan G98 veya G99 kodunun durumuna göre başlangıç noktasına veya emniyetli yaklaşma noktasına hızlı hareket ile geri çıkar.

Fanuc sisteminde G83 gagalamalı (kademeli) derin delik delme çevrimi formatı;

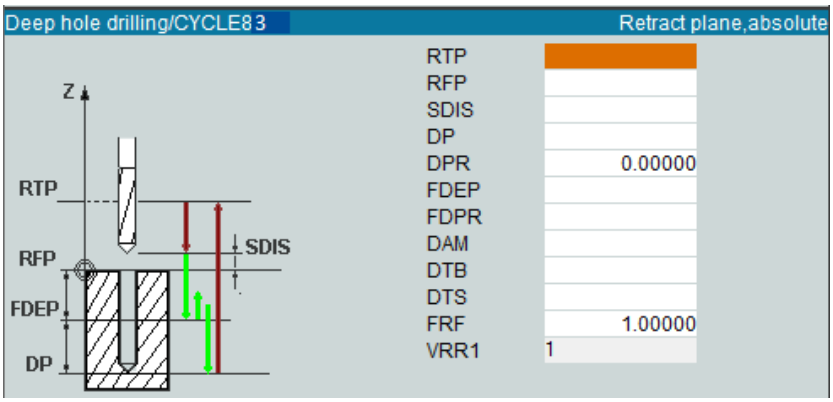
G83 X… Y… Z… R… Q… F… K… ;	
G83	Talaş boşaltmalı (gagalamalı) derin delik delme çevrimi (G83)
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
Q	Her kademedeki dalma ilerleme miktarı
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)

K	Çevrim tekrar sayısı
G98	Çevrim başlangıç noktasını kullan (G99'u iptal eder.).
G99	R emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasını kullan (G98'i iptal eder.).
G80	Çevrimlerin iptali, delme işlemlerinden sonra G80 ile çevrim iptal edilir.

Talaş Boşaltmalı (Gagalamalı) Delik Delme Çevrimi (CYCLE83)

Siemens Sisteminde derin delik delme çevrimi (CYCLE83) programlama formatı;

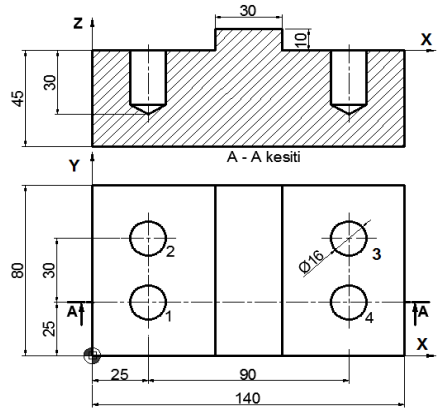
CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI)



RTP: Geri çıkma mesafesi 5 mm	**DAM:** Dalma miktarı
RFP: Referans düzlemi	**DTB:** Delik sonunda bekleme miktarı
SDIS: Emniyet mesafesi	**DTS:** Başlangıçta bekleme miktarı
DP : Delik derinliği	**FRF:** İlerleme faktörü (0.001-1)
DPR: Referans düzleme göre delik derinliği **FDEP:** İlk talaş derinliği **FDPR:** Referansa göre ilk talaş derinliği	**VARI: 0=** Son derinlikten 1mm geri çıkar, 1= Her seferinde parçadan dışarı çıkar talaş boşaltır.

Şekil 1.13:Talaş boşaltmalı (gagalamalı) delik delme çevrimi (CYCLE83) parametreleri

Siemens'te CYCLE83 çevriminde derin delikler delinirken verilen kademe miktarı kadar matkap parçaya dalar, sonra bir miktar geri çıkıp tekrar tekrar dalma yaparak delik sonuna ulaşır. Geri çekilme işlemi ya referans düzlemine kadar olur ya da delikten 1mm yukarı çıkar.



Şekil 1.13: Talaş boşaltmalı (gagalamalı) delik delme çevrimi örneği

O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T7 M6;	Takım değiştirme
M03 S1200;	Fener milini saat ibresi yönünde 1400 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H7 Z45 M08 ;	7 no.lu takım boy telafisini Z45 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G98 G83 X25 Y25 Z-30 R5 Q8 F100;	G83 çevrimini kullanarak (X25,Y25) noktasına 30 mm derinliğinde delik del. Her kademede 8 mm dal. Delme işleminden sonra başlangıç noktasına geri dön.
Y55;	2 no.lu deliği delme
X115;	3 no.lu deliği delme
Y25;	4 no.lu deliği delme
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G80 ;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

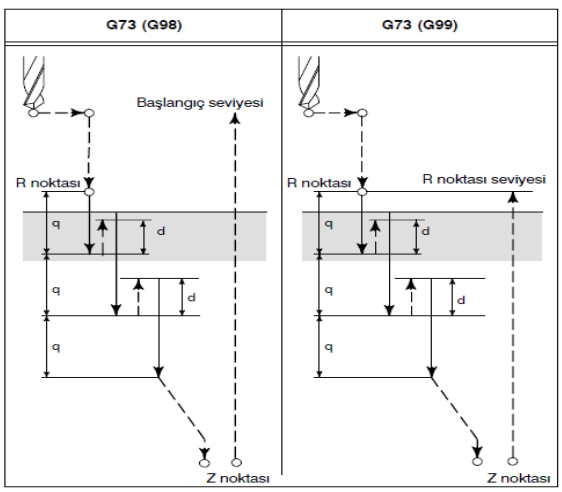
O …. ; (SIEMENS)	Program no
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
M6 T07 D1;	Takım değiştirip 5 no.lu takımı seç.
S1150 M03;	Aynayı saat ibresi yönünde 1150 dev/dk. ile döndür.
G0 X25 Y25;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
F100;	İlerleme hızı 100 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE83 (20, 0, 15, -30, , -9,, -8, 0, 0, 0.5 ,1)	**CYCLE83:** Kademeli delik delme çevrimi **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu **20-(RTP):** Geri çıkma mesafesi **0-(RFP):** Referans düzlemi

	15-(SDIS): "R" emniyet mesafesi **-30-(DP):** Delik derinliği 15 mm **-9-(FDEP):** İlk talaş derinliği **0-(FDPR):** Referans düzlemine göre ilk talaş derinliği **-8-(DAM):** Dalma miktarı **0-(DTB):** Delik sonunda bekleme süresi **0-(DTS):** Başlangıçta bekleme miktarı **0.5-(FRF):** İlerleme faktörü (0.001-1) **1-(VARI):** 1= Her seferinde parçadan dışarı çıkar ve talaş boşaltır.
G0 X25 Y55;	1 no.lu deliğin koordinatları
G0 X115 Y55;	2 no.lu deliğin koordinatları
G0 X115 Y25;	3 no.lu deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G0 Z50;	Takımı geri çek.
M30;	Program sonu

1.1.1.3. Gagalamalı (Talaş Kırıcılı) Delik Delme Çevrimi (G73)

Bu delik delme çevrimi Fanuc sisteminde gagalamalı ve talaş kırıcılı delik delme çevrimi olarak da adlandırılır. Daha çok delik derinliği fazla olan deliklerin delinmesinde talaşın kırılarak dışarı atılması amacıyla kullanılır.

G73 ve G83 kodları kademeli delik delmek için kullanılırlar. G73 çevrimi, G83 çevrimi gibi gagalama işlemi yaparak talaşı kırar. Temel olarak ikisi de aynı mantıkla çalışır. Aralarındaki tek fark G83 komutunda takım her kademeden sonra R emniyet noktasına çıkarken, G73 komutunda ise her kademeden sonra takım sıkışmaya karşı "d" ile belirtilen mesafe (1 mm kadar) geriye çıkar ve bir sonraki kademeyi işlemeye devam eder. (d) değeri parametre 5114'te ayarlanır.



Şekil 1.14: Fanuc'da G73 gagalamalı (talaş kırıcılı) delik delme çevrimi

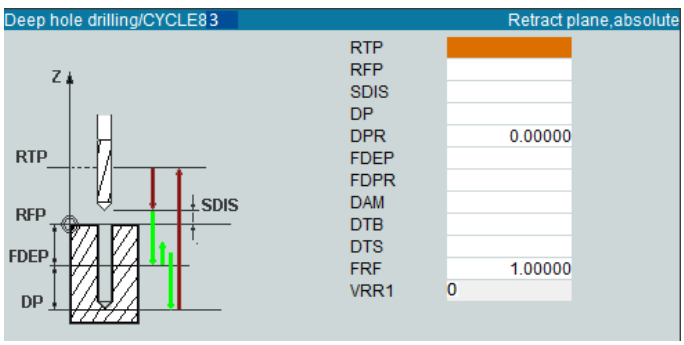
G73 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir (Şekil 1.14);

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- Buradan R noktasına hızlı hareket ile gelir.
- Q değeri kadar R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile deliğe dalar.
- Sonra d mesafesi kadar hızlı hareket ile geri çıkar (Parametreden ayarlanır.).
- Sonra tekrar (q+d) mesafesi kadar derinliğe kesme işlemi ile dalar.
- Sonra d mesafesi kadar hızlı hareket ile geri çıkar (d yaklaşık 1 mm'dir.).
- Bir önceki derinlikten (q+d) kadar daha aşağıya kesme ilerlemesi ile dalar.
- Bu işlem delik dibine (Z değeri) varılıncaya kadar devam eder.
- Takım delik dibine vardıktan sonra delik dibinden çevrim bloğunda kullanılan G98 veya G99 kodunun durumuna göre başlangıç noktasına veya emniyet noktasına hızlı hareket ile çıkar.

Fanuc'da G73 gagalamalı (talaş kırıcılı) derin delik delme çevrimi formatı;

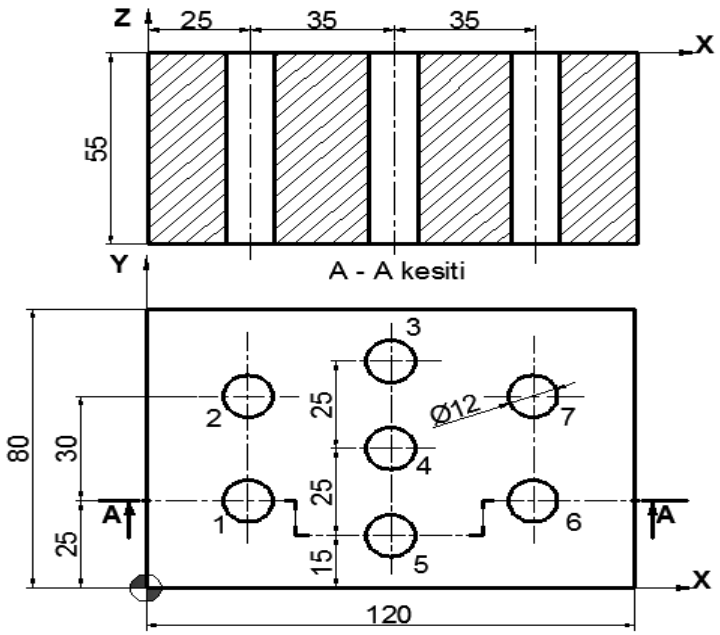
G73 X… Y… Z… R… Q… F… K… ;	
G73	Talaş boşaltmalı (gagalamalı) derin delik delme çevrimi
X,Y	Delik merkezinin X,Y eksenlerindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
Q	Her kademedeki dalma ilerleme miktarı
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

Siemens sisteminde CYCLE83 çevriminde **"VRRI"** parametresi 0 olursa Fanuc sistemindeki G73 çevrimi gibi gagalama yaparak talaş kırma işlemi yapar.



RTP: Geri çıkma mesafesi 5 mm	**FDPR:** Referansa göre ilk talaş derinliği
RFP: Referans düzlemi	**DAM:** Dalma miktarı
SDIS: Emniyet mesafesi	**DTB:** Delik sonunda bekleme miktarı
DP: Delik derinliği	**DTS:** Başlangıçta bekleme miktarı
DPR: Referans düzleme göre delik derinliği	**FRF:** İlerleme faktörü (0.001-1)
FDEP: İlk talaş derinliği	**VRR1: 0=** olmalıdır.

Şekil 1.15: Siemens'te gagalamalı (talaş boşaltmalı) delik delme çevrimi



Şekil 1.16: Gagalamalı (talaş boşaltmalı) delik delme çevrimi örneği

O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T10 M6;	Takım değiştirme
M03 S1600;	Fener milini saat ibresi yönünde 1600 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H10 Z20 M08;	10 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G99 G73 X25 Y25 Z-60 R6 Q7 F160;	G73 çevrimini kullanarak (X25,Y25) noktasına 60 mm derinliğinde delik del. Her kademede 7 mm dal (Her dalmadan sonra otomatik olarak 1 mm geri çıkar.). Delme işleminden sonra R noktasına geri çık.
G91 Y30 ;	2 no.lu deliği delme
X35 Y10;	3 no.lu deliği delme
Y-25;	4 no.lu deliği delme
Y-25;	5 no.lu deliği delme
X35Y10;	6 no.lu deliği delme
Y30;	7 no.lu deliği delme
M05 M09;	Fener milini durdurma ve soğutma sıvısını kapatma
G80 ;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0 ;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

Şekil 1.16'daki parçanın programını Siemens sisteminde CYCLE83, ve G90 kodunu kullanarak yapalım (VARI=0);

O …. ; (SIEMENS)	Program no
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
M6 T07 D1;	Takım değiştirip 7 no.lu takımı seç.
S1600 M03;	Aynayı saat ibresi yönünde 1600 dev/dk. ile döndür.
G0 X25 Y25;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
F100;	İlerleme hızı 100 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE83(10, 0, 5, -58, , -8,0,-7 , 0, 0, 0.5 ,0)	**CYCLE83:** Kademeli delik delme çevrimi **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu **10-(RTP):** Geri çıkma mesafesi **0-(RFP):** Referans düzlemi **5-(SDIS):** "R" emniyet mesafesi **-58-(DP):** Delik derinliği 15 mm **-8-(FDEP):** İlk talaş derinliği **0-(FDPR):** Referans düzlemine göre ilk talaş derinliği **-7-(DAM):** Dalma miktarı **0-(DTB):** Delik sonunda bekleme süresi **0-(DTS):** Başlangıçta bekleme miktarı **0.5-(FRF):** İlerleme faktörü (0.001-1) **0-(VARI):** 0 –Her defasında parçadan dışarı çıkmaz. Tezgâh parametrelerinde ayarlı değer kadar çıkar.
G0 X25 Y55;	1 no.lu deliğin koordinatları
G0 X60 Y65;	2 no.lu deliğin koordinatları
G0 X60 Y40;	3 no.lu deliğin koordinatları
G0 X60 Y15;	4 no.lu deliğin koordinatları
G0 X95 Y25;	5 no.lu deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G0 Z50;	Takımı geri çek.
M30;	Program sonu

1.1.1.4. Polar (Açısal) Koordinatla Delik Delme (G16)

G16 diğer delik delme çevrimleri ile beraber kullanılır. Polar koordinatlarda herhangi bir noktanın koordinat değerleri yarıçap ve açı cinsinden belirtilir. Polar koordinat sisteminde programlama noktaları polar koordinat yarıçapı ve referans doğrultusu ile polar koordinat bitiş noktası arasında kalan açı olarak verilir.

Fanuc sisteminde polar koordinatla (G16) bir daire etrafında belli açılarda ya da eşit aralıklı delik delme, kanal açma gibi çeşitli işlemler yapılabilir.

Polar koordinat açısının giriş aralığı 0~±360° arasındadır. Polar koordinatlarda açı değerinin pozitif (+) yönü saat ibresi tersi yönünü, negatif (-) yönü ise saat ibresi yönünü

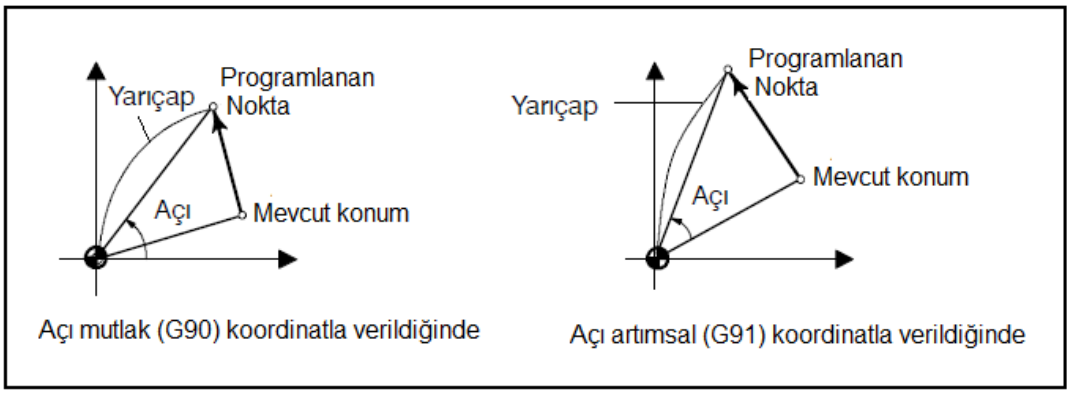
ifade eder. Polar koordinatlarda hem açı hem de yarıçap değeri mutlak (G90) veya artımsal (G91) kod sistemi ile programlanabilmektedir.G16 çevrimi ile delme işlemi yapıldıktan sonra mutlaka G15 ile iptal edilmelidir.

Fanuc sisteminde polar koordinat komutunun formatı;

G16 X… Y… ;	
G81/G82/G83... ;	
G15	
G15	Açısal koordinat sistemi iptali
G16	Açısal koordinat sistemine geçiş
X	Yarıçap veya uzunluk
Y	Açı

FANUC sisteminde iş parçası sıfır noktasının polar (açısal) koordinat sisteminin sıfır noktası olarak ayarlanması;

İş parçası sıfır noktası ile programlanacak bitiş noktası arasındaki yarıçap değeri mutlak (G90) programlama modu ile belirtilmelidir. Bu sayede iş parçası sıfır noktası polar koordinat noktasının sıfır noktası (orijin) olarak değerlendirilir (Şekil 1.15).

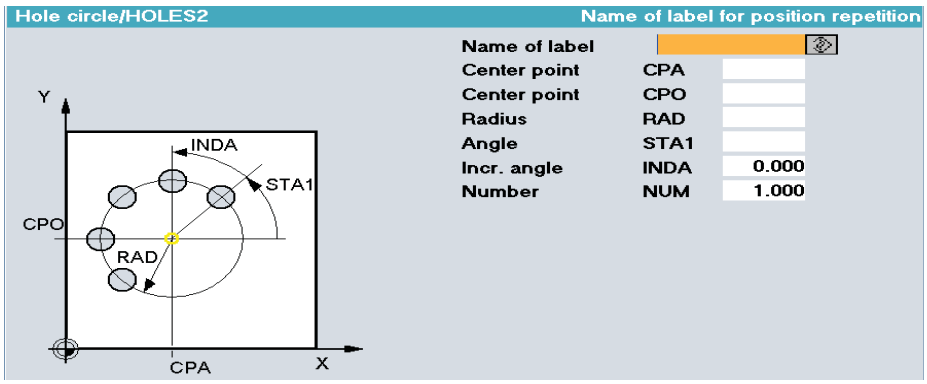


Şekil 1.17: Polar koordinat sisteminin sıfır noktası iş parçası sıfır noktasında

1.1.1.5. Polar (Açısal) Koordinatla Delik Delme (Holes2)

Siemens sisteminde çember üzerine eşit aralıkta delik delme çevrimi (HOLES2) programlama formatı (Şekil 1.18);

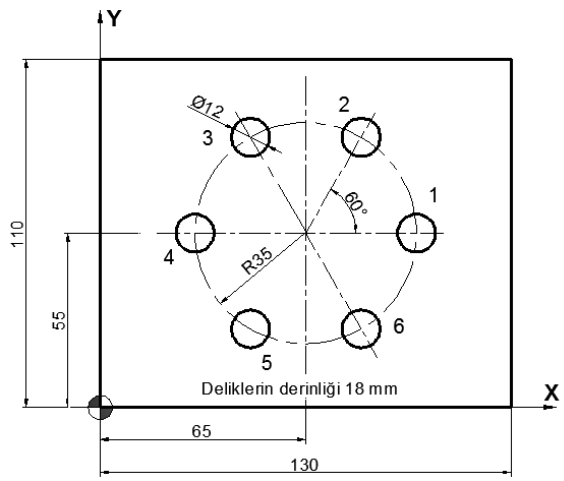
HOLES2 (CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM)



CPA: Daire merkezinin X koordinatı **CPO:** Daire merkezinin Y koordinatı **RAD:** Deliklerin bulunduğu çemberin yarıçapı	**STA1:** İlk deliğin üzerinde bulunduğu doğrunun açısı (-180 ile +180) **INDA:** Delikler arası (tekrarlayan) açı **NUM:** Delik sayısı

Şekil 1.18: Siemens'te çember üzerine eşit aralıklı delik delme çevrimi (HOLES2)

Polar (açısal) koordinatla delik delme örneği;



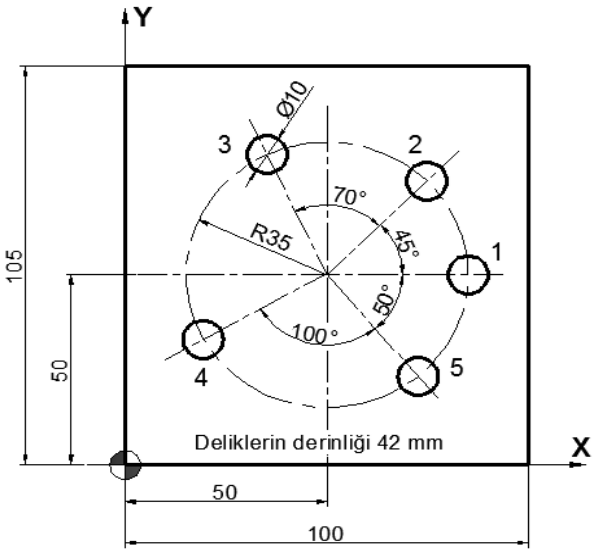
Şekil 1.19: Polar (açısal) koordinatla delik delme örneği

O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T8 M6;	Takım değiştirme
M03 S1950;	Fener milini saat ibresi yönünde 1950 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X65 Y55 ;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle R35'lik dairenin merkezine gel.
G43 H8 Z25 M08;	8 no.lu takım boy telafisini Z25 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.

G16 ;	Polar (açısal) koordinat komutunu aktif et.
G99 G81 X35 Y0 Z-18 R5 F150;	Merkezi (X65,Y55) olan daire merkezi esas alınarak (X35) yarıçapı 35 mm olan daire üzerinde 0° açıdaki noktaya delik del. Sonra R noktasına geri dön.
G91 Y60 K5 ;	60° Aralıklarla delik delme işlemini 5 defa tekrarla.
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G15 ;	Polar (açısal) koordinat sistemini iptal et.
G80 ;	Çevrimleri iptal et.
G28 G91 Z0 ;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

O …. ; (SIEMENS)	Program no
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
T04 D1 M6;	Takım değiştirip 4 no.lu takımı seç.
M03 S1950;	Aynayı saat ibresi yönünde 1950 dev/dk. ile döndür
G0 X65 Y55;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
F150;	İlerleme hızını 150 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE81 (10, 0, 5, -18, , 0)	**CYCLE81:** Delik delme çevrimi **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu **10 (RTP):** Geri çıkma mesafesi -10 mm **0 (RFP):** Referans düzlemi **5 (SDIS):** Emniyet mesafesi- R: 5 mm **-18 (DP):** Delik derinliği- 18 mm **0 (DPR):** Referans düzleme göre delik derinliği
HOLES2 (65, 55, 35, 0, 60, 6)	**65:** Delik merkezlerinin X koordinatı (X65) **55:** Delik merkezlerinin Y koordinatı (Y55) **35:** Merkez dairenin yarıçapı (R: 35 mm) **0:** 1 no.lu deliğin açısı (0°) **60:** Her delik arasındaki açı değeri (60°) **6:** Delme işleminin 60° ara ile kaç kez tekrarlanacağı
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G0 Z50;	Takımı geri çek.
M30;	Program sonu

Polar (açısal) koordinatla delik delme örneği; (farklı açılarda)



Şekil 1.20: Polar (açısal) koordinatla delik delme örneği

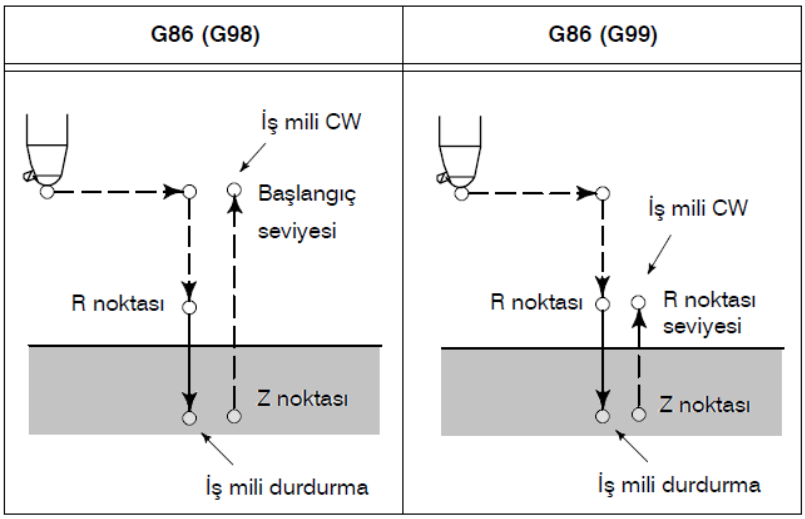
O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T08 M6	Takım değiştirme
M03 S1950;	Fener milini saat ibresi yönünde 1950 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X50 Y50;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle R35'lik dairenin merkezine gel.
G43 H08 Z25 M08 ;	8 no.lu takım boy telafisini Z25 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G16 ;	Polar (açısal) koordinat komutunu aktif et.
G99 G83 X35 Y0 Z-42 R5 Q7 F150;	Merkezi (X65,Y55) olan daire merkezi esas alınarak (X35) yarıçapı 35 mm olan daire üzerinde 0° açıdaki noktaya gagalama ile delik del. Sonra R noktasına geri çık.
Y45;	2 no.lu deliği 45° açıda del.
Y115 ;	3 no.lu deliği 115° açıda del.
Y210;	4 no.lu deliği 210° açıda del.
Y310;	5 no.lu deliği 310° açıda del.
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G15;	Polar (açısal) koordinat sistemini iptal et.
G80;	Çevrimleri iptal et.
G28 G91 Z0 ;	Takımı Z ekseninde Home gönder.
M30;	Program sonu

1.1.2. Delik Büyütme

Çap ölçülerinin hassas olması ve delik yüzeylerinin temiz olması istenen delikler delik büyütme çevrimleri kullanılarak işlenir. Delik büyütme çevrimleri Fanuc sisteminde; G86, G87 ve G88'dir. Siemens sisteminde ise CYCLE86, CYCLE87 ve CYCLE88'dir. Her bir komutun kendine göre işleme şekilleri ve kullanım yerleri bulunur. Delik büyütme işlemleri için delik büyütme başlığı kullanılır.

1.1.2.1. Delik Büyütme (Hızlı İlerleme İle Uzaklaşma) Çevrimi (G86)

G86 çevrimi delik delme işlemlerinden sonra deliğin büyütülmesi için kullanılır. Delik işleme işleminin sonunda fener mili durur. Sonra hızlı ilerleme ile başlangıç noktasına geri dönülür. Burada fener milinin geri çıkışta durdurulmasının amacı parçanın çizilmesini azaltarak tek noktadan bir çizgi olarak yapmaktır.



Şekil 1.21: Fanuc'da G86 delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi

G86 çevriminde takımın hareket şekli (Şekil 1.21);

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- Buradan R noktasına hızlı hareket ile gelir.
- R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile Z noktasına kadar delik işlenir.
- Takım delik dibine (Z noktasına) varınca fener mili durur.
- Fener mili durunca hemen delik dibinden çevrimde kullanılan G98 veya G99 kodunun durumuna göre başlangıç noktasına veya emniyet noktasına hızlı hareket (G0) ile geri çıkar.

Fanuc sisteminde G86 delik büyütme çevriminin formatı;

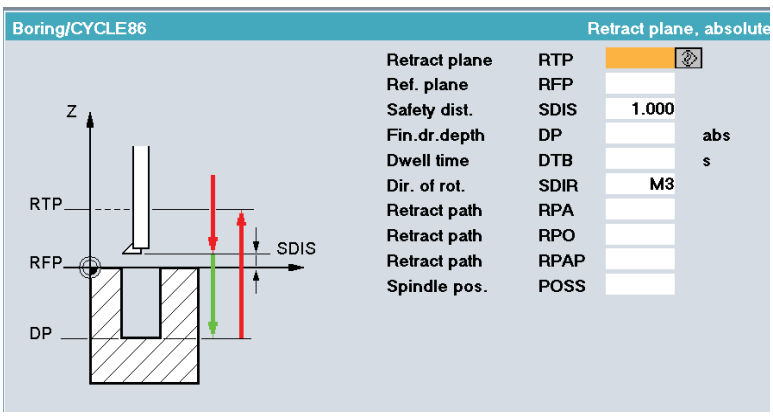
G86 X… Y… Z… R… F… K… ;	
G8	Delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı
G98	Çevrim başlangıç noktasını kullan (G99'u iptal eder.).
G99	R emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktasını kullan (G98'i iptal eder.).
G80	Çevrimleri iptali. Delme işlemlerinden sonra G80 ile çevrim iptal edilir.

Delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi (CYCLE86)

Siemens sisteminde delik büyütme çevrimidir (CYCLE86). Programlama formatı ;

CYCLE86 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS)

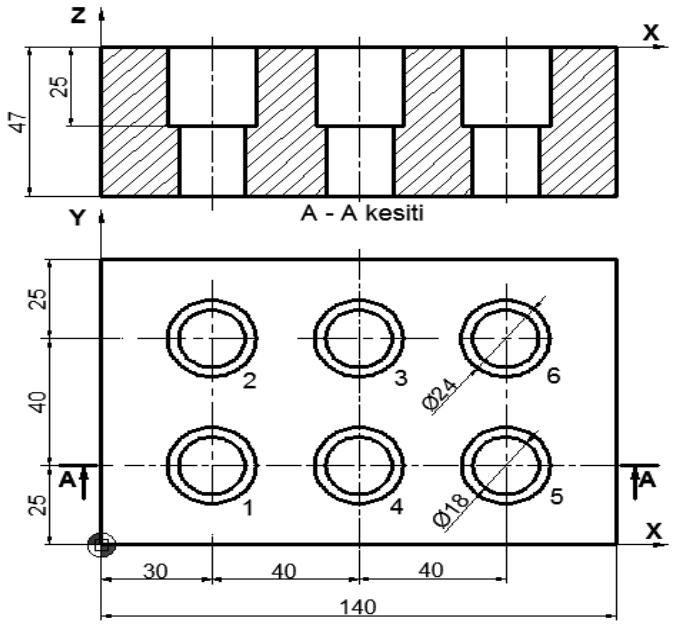
Delik büyütme için dalma, talaş alma ilerlemesi ile gerçekleştirilir. Fener mili belli bir konumda durdurulur. Yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra hızlı ilerleme ile dışarı çıkar (Şekil 1.22).



RTP: Geri çıkma mesafesi **RFP:** Referans düzlemi **SDIS**: Emniyet mesafesi **DP:** Delik derinliği **DTB:** Delik sonunda bekleme süresi **SDIR**: Dönme yönü (3=M3, 4=M4)	**RPA:** Apsiste (X ekseni) dönüş yolu. Artışlı olarak verilir. **RPO:** Ordinat (Y ekseni) dönüş yönü. Artışlı olarak verilir. **RPAP**: Dönüş düzlemi **POSS:** Derece cinsinden fener milinin durdurma konumu

Şekil 1.22: Siemens'te CYCLE86 delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi

Delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi örneği;



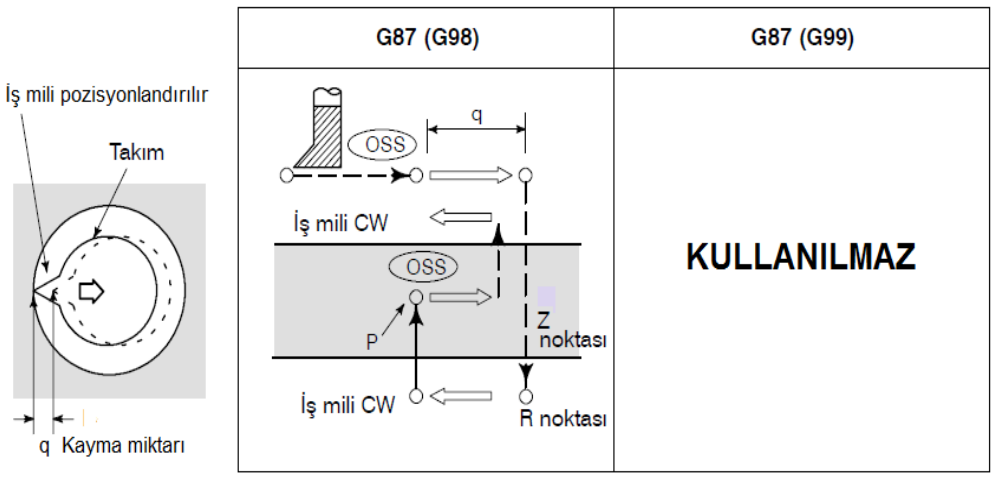
Şekil 1.23: Delik büyütme (hızlı ilerleme ile uzaklaşma) çevrimi örneği

O…….;(FANUC)	Program no
T12 M6 M8;	Takım değiştir.
M03 S900;	Fener milini saat ibresi yönü 900 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X30 Y25;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H12 Z25;	12 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G99 G83 Z-52. R5. Q7. F150;	Derin delik delme çevrimini kullanarak 52 mm derinliğinde deliği 7 mm gagalama ile del. Çevrimden sonra R noktasına geri çık.
X70;	2 no.lu deliği del.
X110;	3 no.lu deliği del.
Y65;	4 no.lu deliği del.
X70;	5 no.lu deliği del.
X30;	6 no.lu deliği del.
M05 M09;	İş milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G80;	Çevrimleri iptal et.
G28 G91 Z0;	Z ekseninde takımı eve gönder.
T10 M6 seçimi (delik büyütme başlığı).	Takımı değiştir ve soğutma sıvısını aç.
M03 S1200;	Fener milini saat ibresi yönü 1200 dev/dk. ile döndür.
G90 G54 G0 X30 Y25 ;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.

G43 H10 Z25 M08;	10 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G86 Z-25 R5 F100;	G86 çevrimini kullanarak (X30,Y25) noktasındaki 1.nolu deliği 25 mm derinliğinde büyültme işlemi uygula. Delme işleminden sonra R noktasına geri dön.
G91 Y40 ;	2 no.lu deliği büyüt (artışlı programlama ile).
X40;	3 no.lu deliği büyüt.
Y-40;	4 no.lu deliği büyüt.
X40;	5 no.lu deliği büyüt.
Y40;	6 no.lu deliği büyüt.
G80;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0;	Takımın Z ekseninde eve gönder.
M30;	Program sonu

1.1.2.2. Alttan Delik Büyütme Çevrimi (G87)

G87 çevrimi; delik delme işleminden sonra, parçayı sökmeden alttan delik büyütme işlemini yapabilmek amacıyla kullanılır. Bu çevrimde delik büyütme aparatını uygun şekilde bağlamak son derece önemlidir.



Şekil 1.24: Fanuc'da G87 alttan delik büyütme çevrimi

G87 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir;

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- İş mili sabit bir dönme konumunda durur (Kilitlenir.).
- Takım, takım ucu doğrultusuna zıt yönde Q değeri kadar kayar.
- Sonra delik alt kısmındaki R noktasına hızlı hareket (G0) ile gelir.
- Takım, takım ucu doğrultusu yönünde Q değeri kadar kayar.
- İş mili saat yönünde (CW) dönmeye başlar.
- R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile Z ekseni pozitif (+) yönü boyunca Z noktasına kadar delik büyütme işlemi yapılır.

- İş mili tekrar sabit bir dönme konumunda durur (Kilitlenir.).
- Tekrar takım, takım ucu doğrultusuna zıt yönde Q değeri kadar kayar.
- Takım hızlı hareket (G0) ile başlangıç noktasına çıkarılır (G99 kullanılmaz.).
- Sonra takım tekrar Q değeri kadar takım ucu doğrultusunda kayar ve iş mili dönmeye başlar.

Fanuc sisteminde G87 alttan delik büyütme çevriminin formatı;

G87 X… Y… Z… Q… P… R… F… K… ;	
G87	Alttan delik büyütme çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
Q	Takımı yana kaydırma miktarı (mm)
P	Delik dibinde bekleme süresi (milisaniye)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

1.1.2.2. Alttan Delik Büyütme Çevrimi (G87)

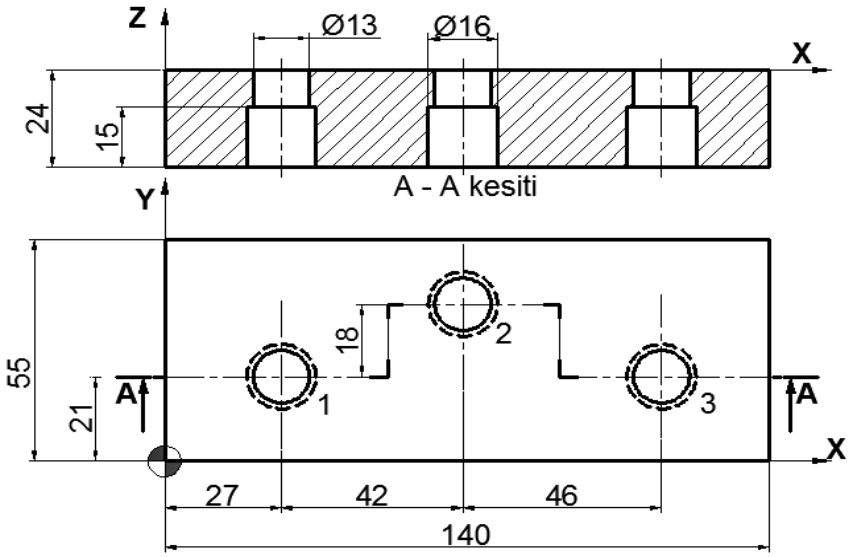
Siemens sisteminde delik büyütme çevrimi (CYCLE87) programlama formatı;

CYCLE87 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SDIR)

- **RTP:** Geri çıkma mesafesi
- **RFP:** Referans düzlemi
- **SDIS:** Emniyet mesafesi
- **DP:** Delik derinliği
- **DPR:** Referans düzleme göre delik derinliği
- **SDIR:** Dönme yönü (3=M3 , 4=M4)

CYCLE87 çevriminde delik sonunda fener mili durdurulur. Program çalışması da durdurulur. Başlama düğmesine basılınca hızlı ilerleme ile geri çıkar.

Alttan delik büyütme çevrimi örneği;



Şekil 1.25: Alttan delik büyütme çevrimi örneği

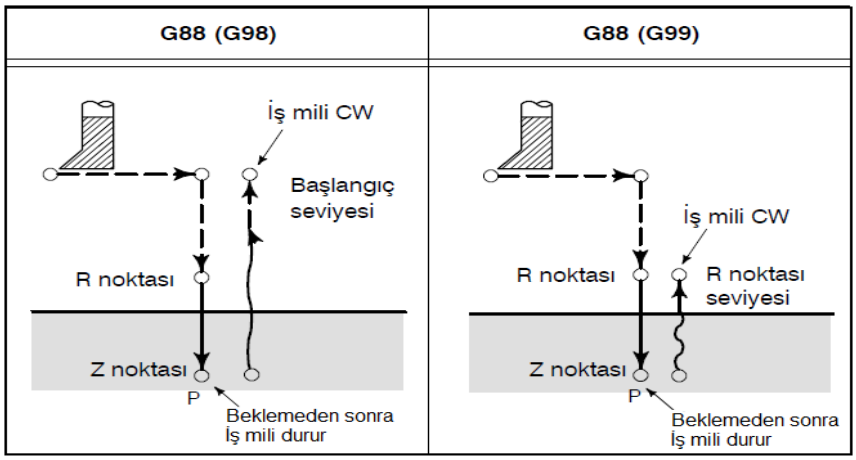
Şekil 1.25'teki parçanın programını Fanuc sisteminde G73 ve G87 çevrimiyle yapalım; Ø13 mm matkap (T09), delik büyütme başlığı (T10)

O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T09 M6; (Matkap)	Takımı değiştir.
M03 S1150;	Fener milini saat ibresi yönünde döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H09 Z20 M08;	9 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G98 G73 X27 Y21 *Z-28 R5 Q8 F140;*	Derin delik delme çevrimini kullanarak 28 mm derinliğinde deliği 8 mm gagalama ile del. Çevrimden sonra başlangıç noktasına geri çık.
X69 Y39;	2 no.lu deliği del.
X21 Y115 ;	3 no.lu deliği delme.
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
G80;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0;	Takımı z ekseninde eve gönder.
T10 M6 (Delik Büyültme Başlığı)	Takımı değiştir.
M03 S1000	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H10 Z20 M08;	10 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G87 X27 Y21 Z-9 R-29 Q3 P1000	Koordinatları (X27,Y21) olan deliği 9 mm

F120;	derinliğinde büyüt. Takımı 3 mm yana kaydır.
G91 X42 Y18;	2 no.lu deliği alttan büyütme
X46 Y-18;	3 no.lu deliği alttan büyütme
G80;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0;	Takımı Z ekseninde eve gönder.
M30;	Program sonu

1.1.2.3. Delik Büyütme (El Tamburu İle Uzaklaşma) Çevrimi (G88)

G88 komutu herhangi bir delik delme işleminden sonra deliğin büyütülmesi amacıyla kullanılır. Delik sonunda fener mili durur ve takım geriye çıkmaz. Takımı geri çıkarma işlemi operatör tarafından yapılır.



Şekil 1.26: Fanuc'da G88 delik büyütme (el tamburu ile uzaklaşma) çevrimi

G88 çevriminde takımın hareket şekli (Şekil 1.26);

- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- R noktasına hızlı hareket (G0) ile gelir.
- R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile Z noktasına kadar delik işlenir.
- Takım delik dibinde P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Bu sürenin bitiminde fener mil durur, takım geriye çıkmaz ve FEED HOLD
- butonunun ışığı yanar.
- Eğer istenirse operatör CYCLE START tuşuna basınca takım hızla R noktasına çıkar ve iş mili dönmeye başlar.
- Çevrimde G98 kodu kullanılmışsa başlangıç noktasına hızlı hareket (G0) ile çıkar.

Fanuc sisteminde G88 delik büyütme çevriminin formatı;

G88 X… Y… Z… R… P… F… K… ;	
G88	Alttan delik büyütme çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	Deliğin derinliği (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
P	Delik dibinde bekleme süresi (milisaniye)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

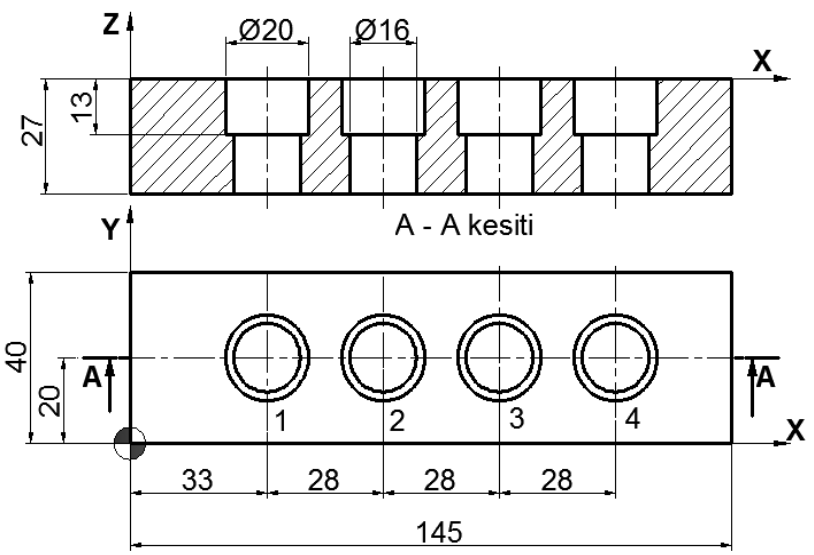
1.1.2.3. Delik Büyütme (El Tamburu İle Uzaklaşma) Çevrimi (CYCLE88)

Siemens sisteminde delik büyütme çevrimidir (CYCLE88). CYCLE88 çevriminde delik sonuna ulaşılınca belirtilen süre kadar bekleme yapılır. Program durdurulur. Başlama düğmesine basılınca hızlı ilerleme ile geri çıkar. Programlama formatı;

CYCLE88 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SDIR)

➢ **RTP:** Geri çıkma mesafesi ➢ **RFP:** Referans düzlemi ➢ **SDIS:** Emniyet mesafesi	➢ **DP :** Delik derinliği ➢ **DPR:** Referans düzleme göre delik derinliği ➢ **SDIR:** Dönme yönü (3=M3, 4=M4)

Delik büyütme (el tamburu ile uzaklaşma) çevrimi örneği;



Şekil 1.27: Delik büyütme (el tamburu ile uzaklaşma) çevrimi örneği

Şekil 1.27'deki parçanın programını Fanuc sisteminde G83 ve G88 çevrimiyle yapalım; Ø16 mm matkap (T01), delik büyütme başlığı (T05)

O .. .. ; (FANUC)	Program adı
T01 M6 (Matkap)	Takımı değiştir.
M03 S1250;	Fener milini saat ibresi yönünde döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H01 Z20 M08 ;	1 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G98 G83 X33 Y20 Z-30 R6 Q8 F160;	Derin delik delme çevrimini kullanarak 30 mm derinliğinde deliği 8 mm gagalama ile del. Çevrimden sonra R noktasına geri çık.
G91 X28 K3;	2,3 ve 4 no.lu delikleri sırası ile del.
G80 ;	Çevrimi iptal et.
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
T5 M6; (Delik büyültme başlığı)	Takım değiştir.
M03 S1200	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme.
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H5 Z20 M08;	5 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G88 X33 Y20 Z-13 R6 P3000 F135;	Koordinatı X33, Y20 olan deliği 13 mm derinliğinde büyüt. Büyütme sonunda 3 sn. bekle
G91 X28 K3;	2,3 ve 4 no.lu delikleri büyüt.
G80;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0;	Takımın Z ekseninde eve gönder.
M30;	Program sonu

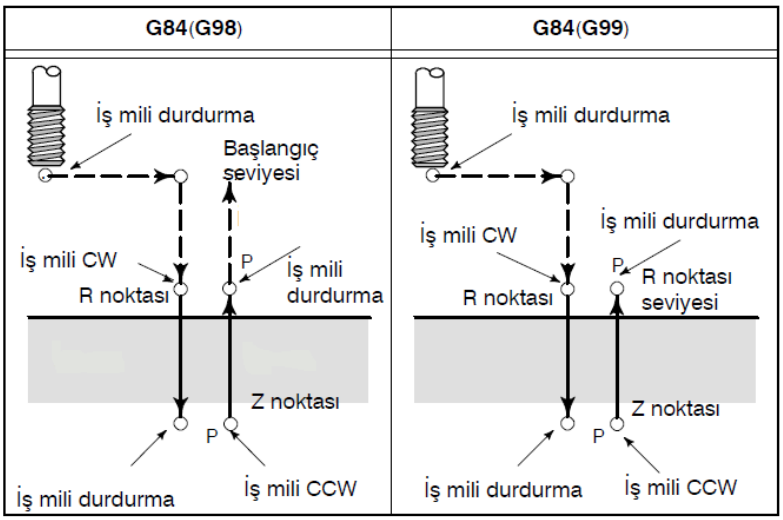
1.1.3. Kılavuz Çekme

Kılavuz ile vida açma çevrimi, vidanın yönüne bağlı olarak sağ veya sol olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

1.1.3.1. Sağ Kılavuz Çekme Çevrimi (G84)

G84 çevrimi deliklere sağ kılavuz çekme işleminde kullanılır. Delik dibine varıldığında, geri çıkma işlemini yerine getirebilmek amacıyla iş mili saat yönünün tersi (M04) yönde döner ve dönmeyi takiben takım geri çıkar. Kılavuz çekme işlemi sırasında operatör panelinde bulunan ilerleme değiştirme (FEEDRATE OVERRIDE) anahtarı ve ilerleme durdurma (FEED HOLD) butonu devre dışı kalır.

Kılavuz çekme çevriminde tezgâhın mm/dk. (G94) veya mm/devir (G95) modlarından hangisiyle kılavuz çekileceği bilinmeli ve ona göre F değerinin verilmesi gerektiği unutulmamalıdır.



Şekil 1.28: Fanuc'da sağ kılavuz çekme çevrimi (CW:Saat yönü, CCW:Saat yönü tersi)

G84 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir;

- İş mili saat ibresi yönünde (CW) döndürülür.
- X ve Y ekseninde takım pozisyonlanır.
- R noktasına hızlı hareket (G0) ile gelir.
- R noktasından itibaren Z noktasına kadar vida açılır.
- İş mili durur.
- Kılavuz delik dibinde P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Bu sürenin bitiminde fener mili saat yönü tersinde (CCW) dönmesiyle beraber kılavuz R noktasına geri çıkar.
- İş mili durur ve P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Çevrimde G98 kodu kullanılmışsa başlangıç noktasına hızlı hareket (G0) ile çıkar.

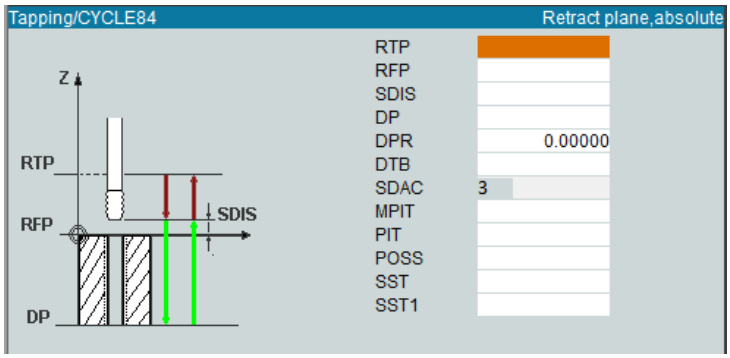
Fanuc sisteminde G84 kılavuz çekme çevrim formatı;

G84 X… Y… Z… R… P… F… K… ;	
G84	Alttan delik büyütme çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	R noktasından itibaren vida açma boyu (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
P	Delik dibinde bekleme süresi (milisaniye)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

1.1.3.1 Sağ Kılavuz Çekme Çevrimi (CYCLE84)

Siemens sisteminde kılavuz çekme çevrimi (CYCLE84) programlama formatı;

CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1)

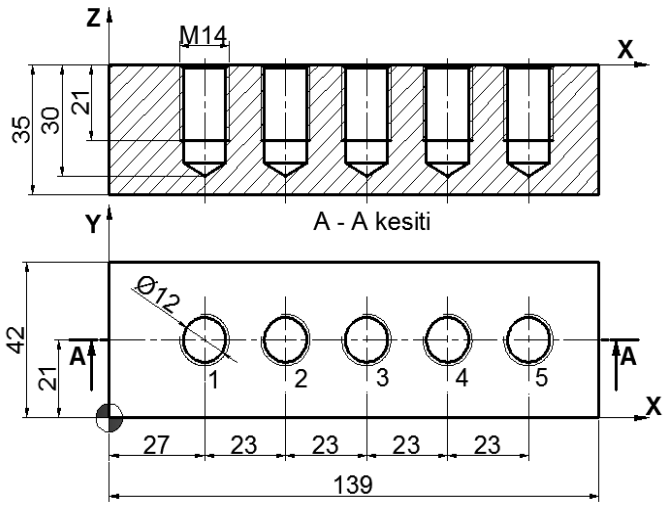


RTP: Geri çıkma mesafesi **RFP:** Referans düzlemi **SDIS:** Emniyet mesafesi **DP :** Delik derinliği **DPR:** Referans düzleme göre delik derinliği **DTB:** Delik sonunda bekleme süresi **SDAC:** Dönme yönü (3=M3, 4=M4)	**MPIT:** Vida boyuna göre standart adım (5=M5, 48=M48) **PIT:** Vida adımı **POSS:** İstenen konumda fener milini durdurma derecesi **SST:** Devir sayısı **SST1:** Geri çıkma devir sayısı

Şekil 1.29: Siemens'te kılavuz çekme çevrimi (CYCLE84)

Şekil 1.31'deki parçanın programını Fanuc sisteminde G83 ve G84 çevrimiyle yapalım;

Ø12 mm matkap (T06), M14x2 kılavuz (T08)



Şekil 1.31

O .. .. ; (FANUC)	Program adı **(**G94 mm/dakika aktifken)
T06 M6	Takımı değiştir.
M03 S1100;	Fener milini saat ibresi yönünde döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H6 Z20 M08 ;	06 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G98 G83 X27 Y21 Z-30 R6 Q7 F120;	Derin delik delme çevrimini kullanarak 30 mm derinliğinde deliği 7 mm gagalama ile del. Çevrimden sonra başlangıç noktasına geri çık.
G91 X23 K4;	2,3,4 ve 5 no.lu deliği delme.
G80 ;	Çevrimi iptal et.
M05 M09;	Fener milini durdur ve soğutma sıvısını kapat.
T8 M6	Takımı değiştir.
M03 S200	Fener milini saat ibresi yönünde döndür.
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç. Hızlı hareketle verilen koordinatlara git.
G43 H8 Z20 M08;	8 no.lu takım boy telafisini Z20 mesafesinde yap. Soğutma sıvısını aç.
G84 X33 Y20 Z-13 R6 P3000 F135;	1 no.lu deliğe sağ kılavuz çek. Delik sonunda 3 saniye bekle.
G91 X23 K4;	2, 3, 4 ve 5 no.lu deliklere sağ kılavuz çek.
G80;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0;	Takımın Z ekseninde eve gönder.
M30;	Program sonu

Şekil 1.31'deki parçanın programını Siemens sisteminde CYCLE83 ve CYCLE84 çevrimleriyle yapalım; Ø12 mm matkap (T06), M14x2 kılavuz (T08)

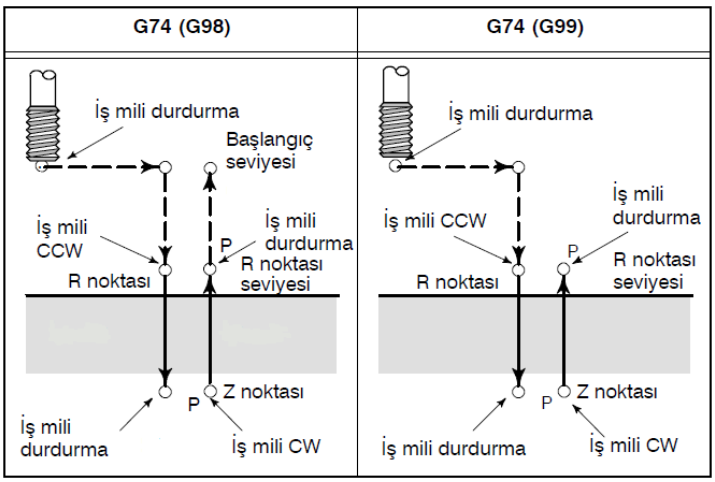
G90 G54; (SIEMENS)	Mutlak koordinat ve iş parçası sıfır noktasını seç.
T06 D1M6;	Takım değiştirip 8 no.lu takımı seç.
S1100 M03;	Aynayı saat ibresi yönünde 1100 dev/dk. ile döndür.
G0 X27 Y21;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20;	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
F120;	İlerleme hızını 120 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE83(10, 0, 5, -30, , -7, , 0, 0, 0, 0.5 ,0)	***MCALL:*** Çevrimi çağırma komutu ***CYCLE83:*** Kademeli delik delme çevrimi **10 (RTP):** Geri çıkma mesafesi **0 (RFP):** Referans düzlemi **5 (SDIS):** "R" emniyet mesafesi ***-30*** **(DP):** Delik derinliği 15 mm ***-7*** **(FDEP):** İlk talaş derinliği **0 (FDPR):** Referans düzlemine göre ilk talaş derinliği **0 (DTB):** Delik sonunda bekleme süresi

	0 (DTS): Başlangıçta bekleme miktarı **0.5 (FRF):** İlerleme faktörü (0.001-1) **0 (VARI):** 0 –Her defasında parçadan dışarı çıkmaz. Tezgâh parametrelerinde ayarlı değer kadar çıkar.
G0 X50 Y21;	1 no.lu deliğin koordinatları
G0 X73 Y21;	2 no.lu deliğin koordinatları
G0 X96 Y21;	3 no.lu deliğin koordinatları
G0 X119 Y21;	4 no.lu deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
T08 D1 M6,	Takım değiştirip 8 no.lu takımı seç.
G90 G54,	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
M03 S150;	Aynayı saat ibresi yönünde 150 dev/dk. ile döndür.
G0 X27 Y21;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20;	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
MCALL CYCLE84 (10, 0, 5, -21,, ,,3, 14, 2, 90, 150, 150)	***MCALL CYCLE84:*** Çevrimi çağırma komutu **10(RTP):** Geri çıkma mesafesi **0(RFP):** Referans düzlemi **5(SDIS):** Emniyet mesafesi **-21(DP):** Delik derinliği **3(DPR):** Referans düzleme göre delik derinliği **14(SDAC):** Diş üstü çapı **2(MPIT):** Vida boyuna göre standart adım **90(POSS):** İstenen konumda fener milini durdurma derecesi **150(SST):** Devir sayısı **150(SST1):** Geri çıkma devir sayısı
G0 X50 Y21;	2.deliğin koordinatları
G0 X73 Y21;	3.deliğin koordinatları
G0 X96 Y21;	4.deliğin koordinatları
G0 X119 Y21;	5.deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrimin iptali
M30;	Program sonu

1.1.3.1. Sol Kılavuz Çekme Çevrimi (G74)

G74 çevrimi deliklere sol kılavuz çekme işleminde kullanılır. Delik dibine varıldığında, geri çıkma işlemini yerine getirebilmek amacıyla iş mili saat yönünde (M03) döner ve dönmeyi takiben takım geri çıkar. Kılavuz çekme işlemi sırasında operatör panelinde bulunan ilerleme değiştirme (FEEDRATE OVERRIDE) anahtarı ve ilerleme durdurma (FEED HOLD) butonu devre dışı kalır.

G84 komutunda geçerli olan kuralların tamamı bu komut içinde geçerlidir. G84 ile G74 çevrimleri tamamıyla birbirleriyle aynı özellikte iki çevrimdir. Tek fark birinde takım, saat yönünde dönerek vida açarken diğeri saat yönü tersinde dönerek vida açar.



Şekil 1.30: Fanuc'da sol kılavuz çekme çevrimi (CW:Saat yönü, CCW:Saat yönü tersi)

G74 çevriminde takımın hareket şekli şöyledir;

- İş mili saat ibresi tersi yönünde (CCW) döndürülür.
- X ve Y ekseninde takım ilk delik merkezine gelir.
- R noktasına hızlı hareket (G0) ile gelir.
- R noktasından itibaren Z noktasına kadar vida açılır.
- İş mili durur.
- Kılavuz delik dibinde P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Bu sürenin bitiminde fener mili saat ibresi yönünde (CW) dönmesiyle beraber kılavuz R noktasına geri çıkar.
- İş mili durur ve P ile belirtilen süre kadar bekler.
- Çevrimde G98 kodu kullanılmışsa başlangıç noktasına hızlı hareket (G0) ile çıkar.

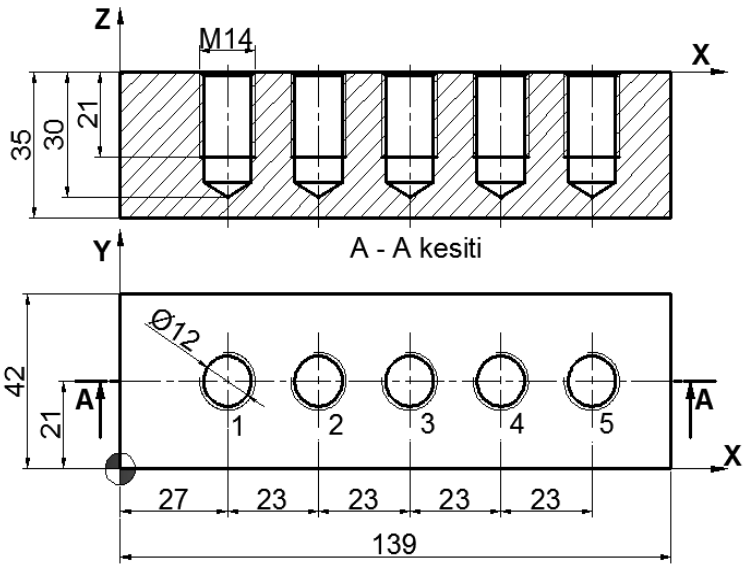
Fanuc sisteminde G74 kılavuz çekme çevriminin formatı;

G74 X… Y… Z… R… P… F… K… ;	
G74	Sol kılavuz çekme çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	R noktasından itibaren vida açma boyu (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
P	Delik dibinde bekleme süresi (milisaniye)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

NOT: Kılavuz kendi ekseni etrafında bir tur döndüğünde adım kadar ilerler. Bu yüzden kılavuz çekme çevriminde kullanılacak F değeri mutlaka kılavuzun dönüş devri ile

adım çarpımı kadar olmalıdır. Aksi hâlde kılavuz kırılır. Ayrıca kılavuz çekme işlemini hassaslaştıran M29 kodu (Rigit Tapping) kullanılabilir.

Sol kılavuz çekme çevrimi örneği;



Şekil 1.31: Sol kılavuz çekme çevrimi örneği

Kılavuz çekme işleminde **G94 mm/dakika** ilerlemesi aktifken ilerleme değeri, tezgâha verilen devir sayısının vida adımı (hatve) ile çarpılması sonucunda bulunur.

İlerleme (F) = Adım (hatve) x Devir sayısı (S)

ÖRNEK: Şekil 1.31'de verilen parçadaki M14 vidanın adımı 2 mm'dir. Bu vidaların açılabilmesi için devir sayısı 200 dev/dk. verilirse ilerleme değeri ne olur?

Verilenler:	İstenenler:
Adım= 1,5mm.	F = ?
S= 200 dev/dk.	

F= Adım x S = 2 x 200 ise F= 400mm./dk. bulunur.

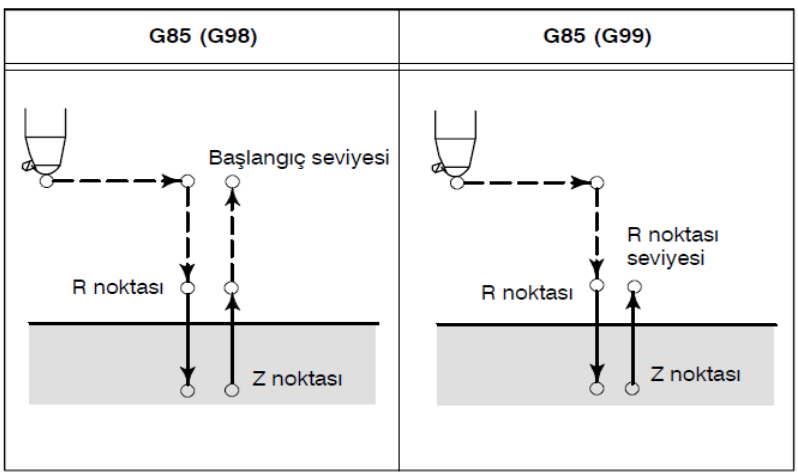
Şekil 1.31'deki parçanın programını G73 ve G74 çevrimiyle yapalım. Ø12 mm matkap (T06), M14x2 kılavuz (T08)

O .. .. ;	Program adı **(G95 mm/dakika aktifken)**
T06 M6	Takım seçimi
M03 S1100;	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0Y0;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma

G43 H06 Z20. M08 ;	06 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G98 G73 X27 Y21. Z-30 R6 Q7 F120;	Çevrim sonunda başlangıç noktasına dönüş komutu 1 no.lu deliği delme
G91 X23 K4;	2.3.4 ve 5 no.lu deliği delme
G80 ;	Çevrim iptali
M05 M09;	Fener milini durdurma ve soğutma sıvısını kapatma
T8 M6	Takım seçimi
M03 S300;	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H8 Z20 M08;	8 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G74 X60 Y30 Z-21 R6 P1000 F2;	1 no.lu deliğe sağ kılavuz çekme
G91 X23 K4;	2, 3, 4 ve 5 no.lu deliğe sağ kılavuz çekme
G80;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0 ;	Takımı Z ekseninde eve gönder.
M30;	Program sonu

1.1.4. Rayba Çekme Çevrimi (G85)

Bu çevrim deliklere rayba çekilmesi amacıyla kullanılır. Aynı zamanda delik büyütmek için de kullanılabilir. Raybalama işleminde temel kural, raybanın delik içine girerken ve çıkarken belirli bir ilerleme hızında hareket etmesidir. Bu çevrimin özelliği de takımın parçaya F kesme ilerlemesiyle girmesi ve F kesme ilerlemesiyle parçadan çıkmasıdır.



Şekil 1.32: Fanuc'da G85 raybalama çevrimi

G85 çevriminde takımın hareket şekli (Şekil 1.32);

- X ve Y ekseninde takım pozisyonlanır.
- R noktasına hızlı hareket (G0) ile gelir.
- R noktasından itibaren kesme ilerlemesi ile Z noktasına kadar raybalama yapılır veya delik işlenir.
- Delik dibinden geriye F kesme ilerlemesiyle R noktasına geri döner.
- Çevrimde G98 kodu kullanılmışsa geri dönüşte başlangıç noktasına hızlı hareket (G0) ile çıkar.

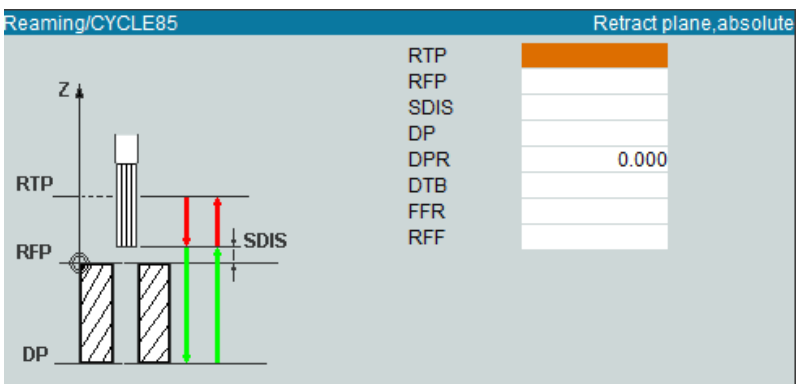
Fanuc sisteminde G85 rayba çekme ve delik büyütme çevriminin formatı;

G74 X… Y… Z… R…F… K… ;	
G74	Sol kılavuz çekme çevrimi
X	Delik merkezinin X eksenindeki koordinatı
Y	Delik merkezinin Y eksenindeki koordinatı
Z	R noktasından itibaren vida açma boyu (mm)
R	Emniyetli yaklaşma / uzaklaşma noktası (mm)
F	Kesme ilerleme hızı-miktarı (mm/dk.)
K	Çevrim tekrar sayısı

1.1.5. Rayba Çekme Çevrimi (CYCLE85)

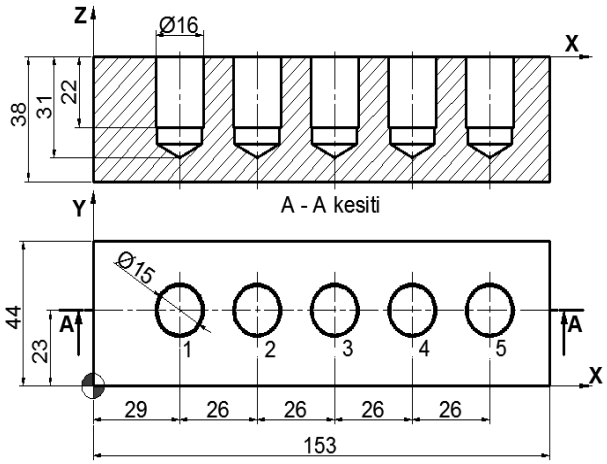
Siemens sisteminde delik büyütme, rayba çekme çevrimi (CYCLE85) programlama formatı;

CYCLE85 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)



RTP: Geri çıkma mesafesi **RFP:** Referans düzlemi **SDIS:** Emniyet mesafesi **DP:** Delik derinliği	**DPR**: Referans düzleme göre delik derinliği **DTB:** Delik sonunda bekleme miktarı **FFR:** İlerleme oranı **RFF:** Geri çıkma ilerleme oranı

Rayba çekme çevrimi örneği;



Şekil 1.34: Rayba çekme çevrimi örneği

Şekil 1.34'teki parçanın programını Fanuc sisteminde G73 ve G85 çevrimiyle yapalım;

Ø15 mm matkap (T03), Ø16 mm Rayba (T05)

O .. .. ;	Program adı **(G94 mm/dakika aktifken)**
T03 M6	Takım değiştirme
M03 S1150;	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H3 Z20 M08 ;	03 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G98 G73 X29 Y23 Z-31 R5 Q8 F120;	Çevrim sonunda başlangıç noktasına dönüş komutu 1 no.lu deliği delme
G91 X26 K4;	2,3,4 ve 5 no.lu deliği delme
G80 ;	Çevrim iptali
M05 M09;	Fener milini durdurma ve soğutma sıvısını kapatma
T5 M6	Takım seçimi
M03 S400	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H5 Z20 M08;	5 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G85 X29 Y23 Z-22 R4 F100;	1 no.lu deliğe rayba çekme
G91 X26 K4;	2, 3, 4 ve 5 no.lu deliğe rayba çekme
G80;	Çevrimi iptal et.
G28 G91 Z0;	Takımın hızlı hareketle referansa gitmesi
M30;	Program sonu

Şekil 1.34'teki parçanın programını Siemens sisteminde CYCLE83 ve CYCLE85 çevrimleriyle yapalım; Ø15 mm matkap (T03), Ø16 mm rayba (T05)

O …. ; (SIEMENS)	Program no
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
T03 D1 M6;	Takım değiştirip 3 no.lu takımı seç.
M03 S1150;	Aynayı saat ibresi yönünde 1150 dev/dk. ile döndür.
G0 X29 Y23;	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
F120;	İlerleme hızını 120 mm/dk. seç.
MCALL CYCLE83(10, 0, 5, -31, , -6, , 0, 0, 0, 0.5 ,1)	**CYCLE81:** Delik delme çevrimi. **MCALL:** Çevrimi çağırma komutu. **10 (RTP):** Geri çıkma mesafesi -10mm **0 (RFP):** Referans düzlemi **5 (SDIS):** Emniyet mesafesi- R: 5mm **-18 (DP):** Delik derinliği- 18 mm **0 (DPR):** Referans düzleme göre delik derinliği
G0 X55 Y23	2.deliğin koordinatları
G0 X81 Y23	3.deliğin koordinatları
G0 X107 Y23	4.deliğin koordinatları
MCALL;	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
G90 G54;	1.İş parçası sıfır noktasını ve mutlak programlama seç.
T05 D1 M6	Takım değiştirip 5 no.lu takımı seç.
S400 M03	Aynayı saat ibresi yönünde 400 dev/dk. ile döndür.
G0 X29 Y23¶	Hızlı hareket ile verilen X,Y koordinatlarına gel.
Z20¶	Hızlı hareket ile verilen Z koordinatına gel.
MCALL CYCLE85(10, 0, 5, -22,0, 1, 100, 250)	**10-RTP:** Geri çıkma mesafesi **0-RFP:** Referans düzlemi **5-SDIS:** Emniyet mesafesi **-22-DP:** Delik derinliği **0-DPR**: Referans düzleme göre delik derinliği **1-DTB:** Delik sonunda bekleme miktarı **100-FFR:** İlerleme oranı **250-RFF:** Geri çıkma ilerleme oranı
G0 X55 Y23	2.deliğin koordinatları
G0 X81 Y23	3.deliğin koordinatları
G0 X107 Y23¶	4.deliğin koordinatları
G0 X133 Y23	5deliğin koordinatları
MCALL	Çevrim iptal. Delik çevrimini sonlandırır.
M30	Program sonu

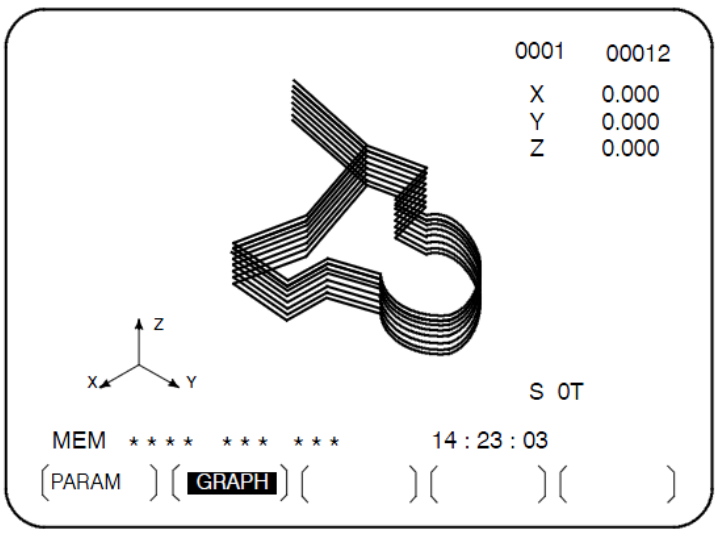
1.1.6. Çevrim İptali (G80)

Yukarıda anlatılan çevrimler modal özelliğe sahiptir. Yani komut bir satırda tanımlanınca sonraki satırlarda da aktiftir. Bu nedenle yeni bir konuma aynı çevrim uygulanacaksa çevrimin tamamı tanımlanmadan sadece konum koordinatlarını vermek yeterlidir. G81-G88 arasında tanımlanan çevrimleri iptal etmek için fanuc sisteminde G80 komutu kullanılır.

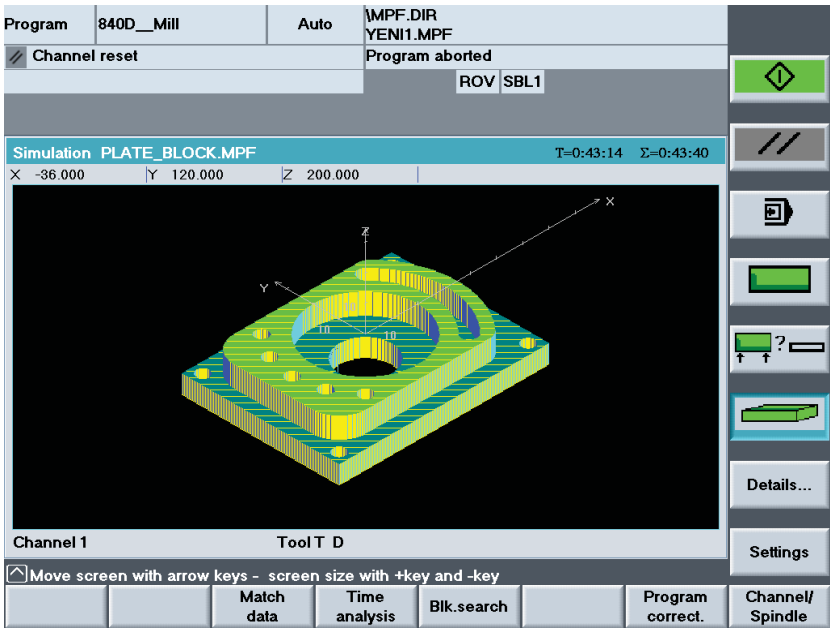
1.1.7. Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgâhta Uygulanması

Günümüzde üretilen CNC tezgâhlarının çoğunda simülasyon programları vardır. CNC tezgâhına üretim esnasında program yazabilir ve yazdığımız programların simülasyonunu kontrol edebiliriz. Program yazımı tamamlandıktan sonra ekrandan simülasyonda kesici hareketleri kontrol edilir ve programda hata olup olmadığına bakılır. Eğer hata var ise bu hatalar düzeltilip tekrar simülasyondan takım hareketleri izlenir (Şekil 1.35 ve 1.36).

Simülasyonu başlatmadan önce MACHINE LOCK anahtarı ON konumuna alındığında tezgâh pozisyon göstergesinde verilen ilerleme hareketleri gösterilir; fakat tezgâh eksenleri hareket etmez (kilitlenir). Bazı durumlarda bu anahtarın kullanılması, özellikle programın grafikten kontrolü esnasında oldukça yararlı olabilmektedir. Bununla birlikte belirtildiği gibi, tezgâh pozisyon göstergesinde hareketlerin gözlemlenebilmesi, sistemin hareket ettiğini buna mukabil eksenlerde gerçek hareketin olmadığını belirtir ki; neticede tezgâhın gerçek konumları ile sistem tarafından algılanan konumlar arasında bir farklılık hasıl olmaktadır. Anahtar OFF konumuna alındıktan sonra bu farklılığı devre dışı bırakmak için tezgâhın kesinlikle sıfır noktalarına (referans) gönderilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.35: CNC frezede (Fanuc) simülasyon uygulaması



Şekil 1.36: CNC frezede (Siemens) simülasyon uygulaması

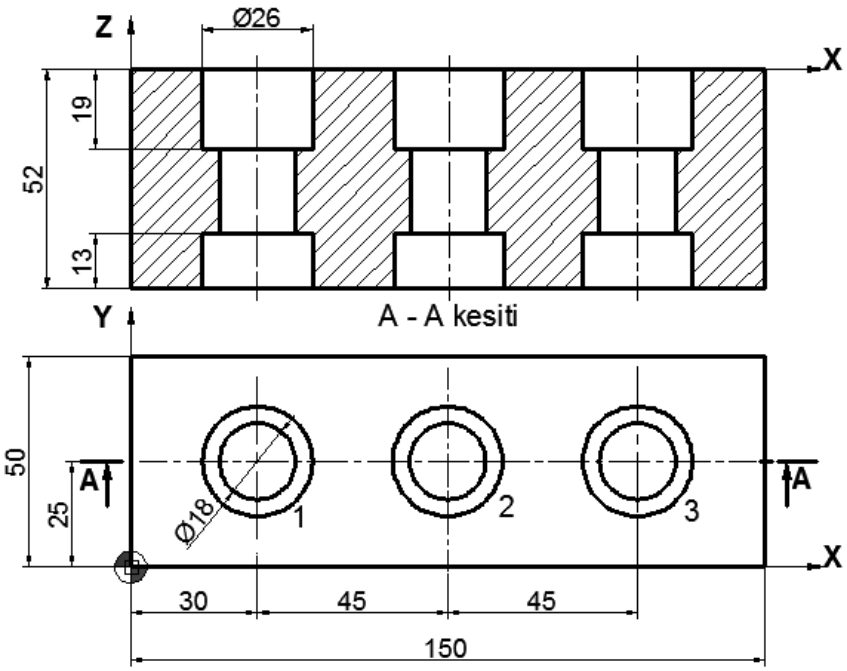
Ayrıca diyalog sistemli programlama ile program CNC tezgâh üzerinde oluşturulur. Genel olarak diyalog sistemli program grafik ve menü bazlı fonksiyonlar vasıtasıyla oluşturulur. Programlama işlemi bittiğinde çoğu diyalog sistemli kontroller işleme operasyonu esnasında neler olacağını gösteren takım yolu grafik gösterimi fonksiyonuna sahiptir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda şekil 1.37'de görülen iş parçası üzerindeki delikleri G83 çevrimiyle önce Ø12 mm matkapla sonra Ø18 mm matkapla gagalamalı olarak deliniz. G86 çevrimiyle deliğin üst kısmını işleyerek büyütünüz. En son G87 çevrimiyle deliğin alt kısmını parçayı sökmeden işleyerek büyütünüz. CNC parça programını yazdıktan sonra simülasyonda parçanın işlenmesini izleyiniz. Eğer hatalar var ise bunları düzeltiniz. İş parçasını ve takımları uygun şekilde bağlayıp kontrollerini yapınız. İş güvenliğine azami derecede riayet ederek parçayı işleyiniz.

Kullanılacak araç ve gereçler

- Ø12 mm matkap (T01);
- Ø18 mm matkap (T03);
- Delik büyütme başlığı (T07);
- İş parçası malzemesi Ç1040
- Kesici takım malzemesi sert maden uç



Şekil 1.37: İş parçası örneği

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ CNC tezgâhınızı program yazmaya hazır hâle getiriniz veya bilgisayarınızdaki CNC programında program yazma editörüne giriniz.	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Çalışma sırasında kullanacağınız bilgisayar tezgâh vb. araçları öğretmeninizin izni ile kullanınız.
➢ Verilen şekildeki noktaların koordinatlarını kontrol ediniz.	➢ Delik konumları ve derinliklerini not ediniz.
➢ G83, G86 ve G87 çevrimlerinde kullanılan terimlerin ne anlama geldiğini öğreniniz ve bu değerlerin şekil üzerinde olup olmadığını kontrol ediniz.	➢ G83 gagalamalı delik delme çevrimini tekrar gözden geçiriniz. ➢ G86 delik büyütme çevrimini tekrar gözden geçiriniz. ➢ G87 alttan delik büyütme çevrimini tekrar gözden geçiriniz.
➢ Programda kullanacağınız uygun teknolojik bilgileri (ilerleme, devir sayısı vb.) ve kesici takımları (matkaplar) gibi unsurları tespit ediniz.	➢ Gerektiğinde öğretmeninizden yardım alarak gerektiğinde de tablolardan bu çevrim için gerekli kesme parametrelerini tespit ediniz. ➢ Delik çaplarını kontrol ederek matkap seçimi yapınız.
➢ Delikleri büyütmek için kullanacağınız delik büyütme başlığı ölçülerini ve buna ait teknolojik bilgileri tespit ediniz.	➢ Gerektiğinde öğretmeninizden yardım alarak gerektiğinde de tablolardan bu çevrim için gerekli kesme parametrelerini tespit ediniz.
➢ Editör sayfasına giriniz ve programı yazınız.	➢ Gerekli konuları gözden geçiriniz.
➢ Yaptığınız işi kontrol ederek simülasyon sayfasına geçiniz ve simülasyonunu yapınız.	➢ Gerekli konuları gözden geçiriniz.
➢ Yaptığınız programı kaydediniz ve CNC tezgâhta uygulayınız.	➢ Simülasyon ve programın uygulanması ile ilgili konuları gözden geçiriniz. ➢ Atölye ortamını hazırlayınız. İş önlüğünüzü giyerek öğretmeninizin izni ile CNC tezgâhı kullanınız. ➢ Daha önceki konu ile ilgili modüllerden CNC tezgâha iş bağlama kurallarını ve gerekli diğer konuları gözden geçiriniz. ➢ Güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Kesiciyi sıfırlayınız. ➢ Son kontrolleri yapınız. ➢ Dikkatinizi işe vererek programı çalıştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet,** kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Bilgisayardaki CNC programını veya CNC program yazma sayfasını uygun şekilde açtınız mı?		
3. Gerekli kesme parametrelerini tespit ettiniz mi?		
4. İşinizde hangi çevrim kodlarını ve bu kodlardaki terimleri tespit ederek şekle göre bu terimlerin karşılığını buldunuz mu?		
5. İşlem sırasını tespit ettiniz mi?		
6. Programı CNC programları yazma kurallarına göre yazdınız mı?		
7. Programı kaydettiniz mi?		
8. Programın simülasyonunu izlediniz mi?		
9. Atölye ortamını programı uygulamaya hazır hâle getirdiniz mi?		
10. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
11. CNC tezgâhını kurallarına uygun çalıştırdınız mı?		
12. İş parçasını kurallarına uygun şekilde bağladınız mı?		
13. Uygun kesicileri bağladınız mı?		
14. Kesicilerin ve iş parçasının sıfırlamasını yaptınız mı?		
15. Programı kurallarına göre çalıştırdınız mı?		
16. Süreyi iyi kullandınız mı (2 saat)?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. CNC freze tezgâhlarında bir dizi işlemi gerçekleştirmek için kendi bünyesinde bulunan komut sistemini barındıran ve bunu kullanıcının tek bir komutla gerçekleştirebildiği işlemler dizisine …… denir.

2. Delik delmede takımın delik sonuna kadar aynı ilerleme ile ilerleyip daha sonra hızlı olarak geri döndüğü ve genellikle kısa deliklerde ve punto deliği delmede tercih edilen delik çevrimi …….. çevrimidir ve kodu …….. dur.

3. Fanuc'da takım, delik dibine vardıktan ve delik dibindeki operasyonunu tamamladıktan sonra takımının geri çıkma konumunun başlangıç noktası olması …… koduyla belirtilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Fanuc sisteminde çevrimlerde tekrar sayısı aşağıdaki hangi harf ile belirtilir?
A) A
B) C
C) K
D) E

5. Aşağıdakilerden hangisi fanuc sisteminde G99 kodunu açıklar?
A) Kesici takımı referansa gönderir.
B) Kesicinin geri dönüşünde başlangıç noktasına dönüşünü sağlar.
C) Alt programı çalıştırır.
D) Kesicinin geri dönüşünde R emniyet noktasına dönüşünü sağlar.

6. Derin deliklerin işlenmesinde aşağıdakilerden hangisinin kullanılması daha uygun olur?
A) G81-CYCLE81
B) G82-CYCLE82
C) G83-CYCLE83
D) G84-CYCLE84

7. G81 çevriminde R, CYCLE81 çevriminde RTP parametresini aşağıdakilerden hangisi ifade eder?
A) Delik merkez koordinatını
B) Emniyetli yaklaşma mesafesini
C) Başlangıç noktasını
D) İlerlemeyi

8. Fanuc'da gagalamalı delik delme çevriminde aşağıdakilerden hangisi dalma miktarıdır?
A) P
B) Q
C) R
D) D

9. G82 delik sonunda beklemeli delik delme çevriminde aşağıdakilerden hangisi P parametresini ifade eder?
A) Takım çapını
B) İlerlemeyi
C) Delik dibinde matkabın bekleme süresini
D) Delik merkez koordinatlarını

10. Aşağıdakilerden hangisi G86-CYCLE86 çevrimiyle yapılan işlemdir?
A) Delik büyütme işlemi
B) Alttan delik büyütme işlemi
C) Kademeli delik delme işlemi
D) Kılavuz çekme işlemi

11. Aşağıdakilerden hangisi G87-CYCLE87 çevrimiyle yapılan işlemdir?
A) Delik büyütme işlemi
B) Kılavuz çekme işlemi
C) Rayba çekme işlemi
D) Alttan delik büyütme işlemi

12. Aşağıdakilerden hangisi sağ kılavuz çekme çevrimidir?
A) G74
B) G81-CYCLE81
C) G84-CYCLE84
D) G85-CYCLE85

13. Aşağıdakilerden hangisi rayba çekmede kullanılan çevrimdir?
A) G82-CYCLE82
B) G83-CYCLE83
C) G84-CYCLE84
D) G85-CYCLE85

14. Aşağıdakilerden hangisi Fanuc'da çember üzerine belli açıda delik delme işlemini yapar?
A) G15
B) G16
C) G17
D) G49

15. Fanuc'da çevrimleri iptal eden kod aşağıdakilerden hangisidir?

A) G16
B) G40
C) G49
D) G80

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

CNC frezelerde cep oluşturma çevrimini programlayabileceksiniz.

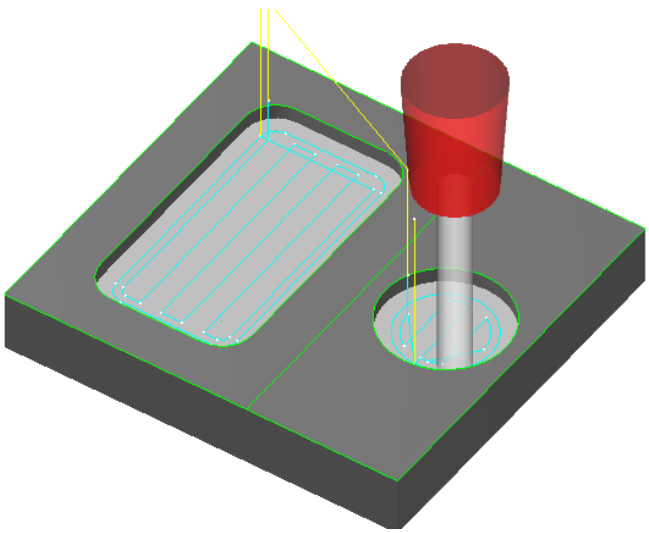
ARAŞTIRMA

- CNC freze tezgâhlarında cep boşaltma işlemi nedir? Araştırınız.
- CNC freze tezgâhlarında cep boşaltma işlemleri için ne tür çevrimler kullanılmaktadır? Araştırınız.

2. CNC FREZEDE CEP BOŞALTMA ÇEVRİMLERİ

2.1. CNC Frezede Yapılacak İş ve İşleme Uygun Cep Çevrimini Seçme

CNC freze tezgâhlarında operatörün iş ve yapılacak işlem cinsine uygun cep frezeleme çevrimleri seçmesi önemli bir husustur. Gerekli kriterler göz önüne alınarak cep boşaltma çevrimleri seçilmelidir. Parçaların yüzeylerinde cep şeklinde girinti elde etmek amacıyla kullanılan çevrimlere "cep frezeleme çevrimleri" denir.

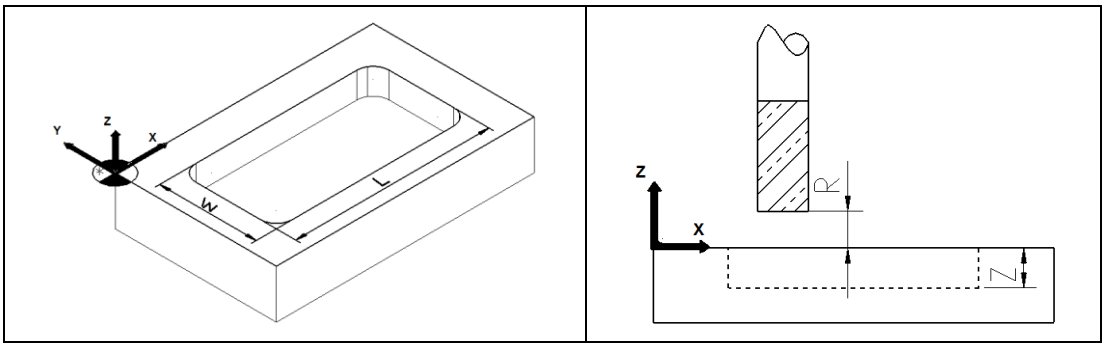


Şekil 2.1: Dikdörtgen ve dairesel cep boşaltma çevriminde takım yolları

Bu çevrimler alın frezeleme çevrimlerine benzer yapıdadır. Çevrimle ilgili parametreler girildikten sonra dikdörtgen veya dairesel cep boşaltma işlemleri yaptırılabilir. Dikdörtgen cep açma çevrimi için G24 ve dairesel cep açma çevrimi için ise G25 kodu kullanılır. Cebin boyutları, derinliği, hızlı gelme noktası, kesicinin yana kayma miktarı gibi parametrelerin tanımlanması gerekmektedir.

2.1.1. Dikdörtgen Cep Boşaltma (G24)

Bu çevrim, bir parça içine dikdörtgen bir cep açmak için kullanılır. Kesici, belirtilen paso derinliklerinde bir dizi zikzak hareketleri yaparak belirtilen derinlikte cep frezeler. Cep frezeleme işlemleri bitince kesici başlangıç noktasına geri döner (Şekil 2.2).



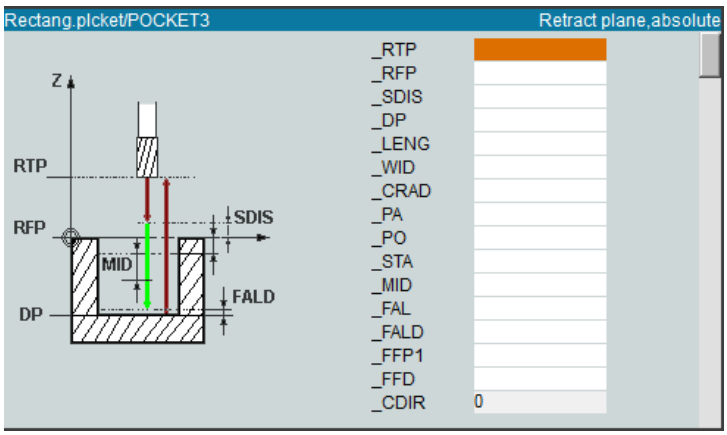
Şekil 2.2: Dikdörtgen cep frezeleme çevrimi (Fanuc)

Fanuc sisteminde G24 dikdörtgen cep frezeleme çevrimi yazım formatı (Şekil 2.2);

G24 X…Y… L…W… Z… R… Q… D… F…;	
X,Y	Cebin sol alt köşesinin koordinatları
L	X ekseninde cebin boyu (mm)
W	Y ekseninde cebin eni (mm)
Z	Cep derinliği (mm)
R	Emniyet mesafesi (mm)
Q	Kesicinin bir sonraki talaş için yana kayma mesafesi (mm)
D	Z ekseninde dalma miktarı (mm)
F	İlerleme (mm/dk.)

Siemens sisteminde dikdörtgen cep frezeleme çevrimi (POCKET3) programlama formatı (Şekil 2.3);

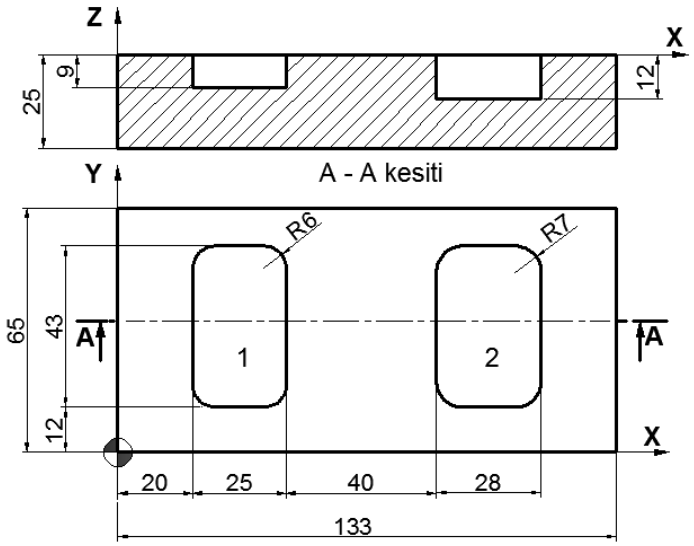
POCKET3 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, LENG, WID, CRAD, CPA, CPO, STA, FFD, FFP1, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)



RTP: Geri çıkma mesafesi **RFP:** Referans düzlemi **SIDS:** Emniyet mesafesi **DP:** Cep derinliği (mutlak) **DPR:** Referans düzleme göre cep derinliği **LENG:** Cebin boyu (uzunluğu) **WID:** Cebin eni (genişliği) **CRAD:** Köşe yarıçapı **CPA:** Cep merkezinin/köşesinin X değeri **CPO:** Cep merkezinin/köşesinin Y değeri **STA:** Cep açısı (0-180 derece arası) **FFD:** Dalma ilerlemesi	**FFP1:** Cep boşaltma ilerleme değeri **MID:** Dalma derinliği (miktarı) **CDIR:** İşleme yönü (2=saat yönünde, 3=ters yönde) **FAL:** Çevre yüzeyler için ince talaş payı **VARI:** 0= Cebi tam ölçüsünde işleme 1= Kabasını işleyip ince talaş bırakma, 2= İnce talaşı işleme **MIDF:** İnce talaş alırken maksimum dalma derinliği (ilerlemesi) **FFP2:** İnce talaş için kesme ilerlemesi **SSF:** İnce talaş için devir sayısı

Şekil 2.3: Dikdörtgen cep frezeleme çevrimi (Siemens)

Dikdörtgen cep boşaltma örneği;



Şekil 2.4: Dikdörtgen cep boşaltma örneği

Şekil 2.4'teki parçanın programını Fanuc sisteminde G24 çevrimiyle yapalım;
Ø12 mm Karbür düz uçlu parmak freze çakısı (T09)
Ø14 mm Karbür düz uçlu parmak freze çakısı (T07)

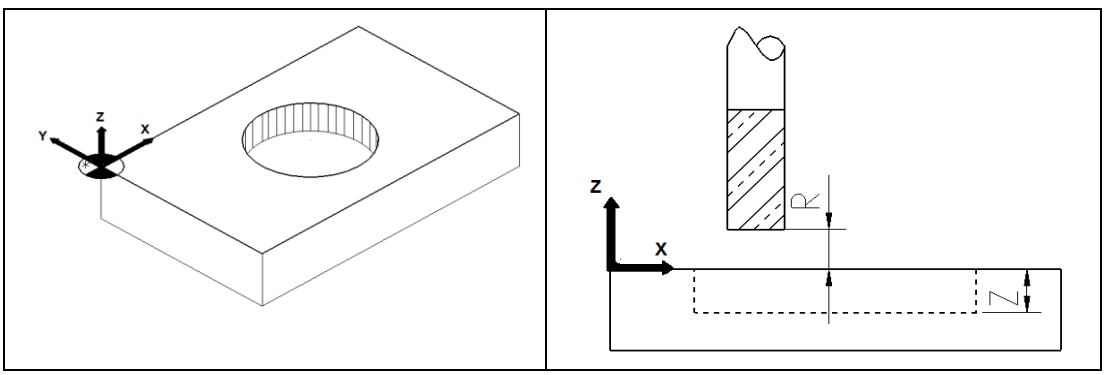
O .. .. ;	Program adı
T9 M6	Takım seçimi
M03 S1400	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H9 Z25 M08;	9 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G98 G24 X20 Y12 L25 W43 Z-9 R5 Q9 D2 F180;	Çevrim sonunda başlangıç noktasına dönüş komutu ve ilk cebin işlenmesi
G28 G91 Z0;	Takımın hızlı hareketle referansa gitmesi
T7 M6	Takım seçimi
M03 S1200;	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H7 Z20 M08;	7 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G24 X85 Y12 L28 W43 Z-12 R5 Q10 D1.5 F160;	İkinci cebin işlenmesi
G80;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0;	Takımın hızlı hareketle referansa gitmesi
M30;	Program sonu

Şekil 2.4'teki parçanın programını Siemens sisteminde POCKET3 çevrimiyle yapalım;
Ø12 mm karbür düz uçlu parmak freze çakısı (T09)
Ø14 mm karbür düz uçlu parmak freze çakısı (T07)

G90 G54	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası
T09 D1 M6	Takım değiştir.
S900 M03¶	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme.
G0 X0 Y0	X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
Z20	Z eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
POCKET3(10, 0, 5, ,-9, 25, 43, 6, 32.5, 32.5, 0, 50, 100, 2, 3, 0, „)	Çevrim parametrelerini doldur.
T07 D1 M6	Takım değiştir.
S800 M03	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme.
G0 X0 Y0	X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
Z20	Z eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
POCKET3(10, 0, 5, ,-12, 25, 43, 7, 99, 32.5, 0, 50, 100, 2, 3, 0, „)	Çevrim parametrelerini doldur.
M30	Program sonu

2.1.2. Dairesel Cep Boşaltma (G25)

Bu çevrim, bir parça üzerinde dairesel bir cep boşaltma işlemi gerçekleştirmek için kullanılır. Burada kesici, belirtilen yüksekliğe ve cebin merkez noktasına hızla gelerek merkezden dışa doğru kayarak cebi boşaltır. Her paso derinliğinden sonra tekrar merkeze gelerek işlemeye devam eder. Bu işlem belirtilen cep derinliğine ulaşılıncaya kadar devam eder (Şekil 2.4).



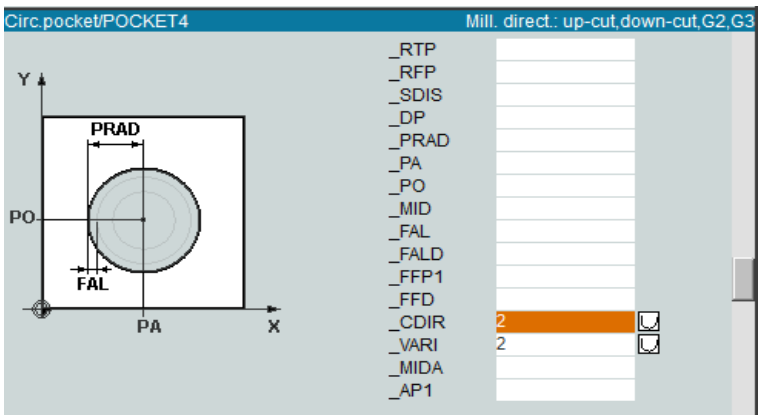
Şekil 2.5: Dairesel cep frezeleme çevrimi (Fanuc)

G25 Dairesel cep boşaltma çevrimi yazım formatı (Şekil 2.5);

G25 X… Y… I… J… Z… R… Q… D… F… ;	
X,Y	Çember üzerinde bir nokta koordinatı
I, J	Çember merkez koordinatları
Z	Cep derinliği (mm)
R	Emniyet mesafesi (mm)
Q	Kesicinin bir sonraki talaş için yana kayma mesafesi (mm)
D	Z ekseninde dalma miktarı (mm)
F	İlerleme (mm/dk.)

Siemens sisteminde dairesel cep frezeleme çevrimi (POCKET4) programlama formatı (Şekil 2.6);

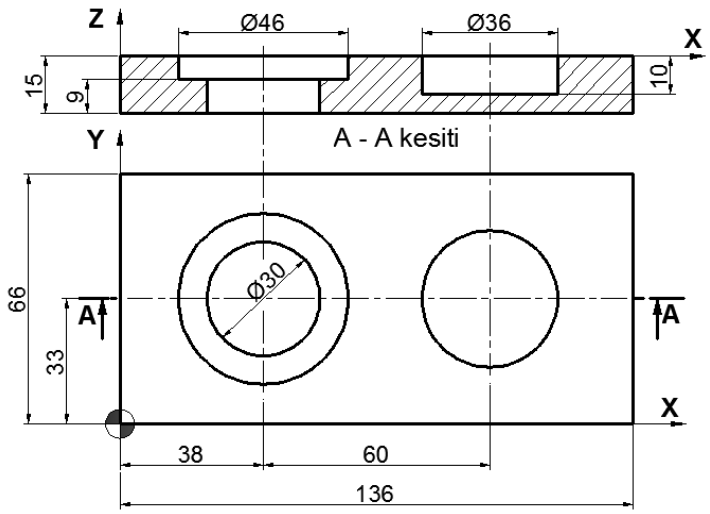
POCKET4 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, PRAD, CPA, CPO, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)



RTP: Geri çıkma mesafesi **RFP:** Referans düzlemi **SIDS:** Emniyet mesafesi **DP:** Cep derinliği **DPR:** Referans düzleme göre cep derinliği **PRAD:** Cebin yarıçapı **CPA:** Mutlak olarak cep merkezinin / köşesinin apsisi (x değeri) **CPO:** Mutlak olarak cep merkezinin / köşesinin ordinatı (y değeri) **FFD:** Dalma ilerlemesi **FFP1:** Yana kayma ilerleme değeri	**MID:** Maksimum dalma derinliği **CDIR:** İşleme yönü (2=saat yönünde, 3=saat yönünün tersi) **FAL:** Çevre yüzeyler için ince talaş payı **VARI:** 0= Cebi tam ölçüsünde işleme 1= Kabasını işleyip ince talaş bırakma, 2= İnce talaş işleme **MIDF:** İnce talaş alırken maksimum dalma derinliği **FFP2:** İnce talaş ilerleme **SSF:** İnce talaş için devir sayısı

Şekil 2.6: Dairesel cep frezeleme çevrimi (Siemens)

Dairesel cep frezeleme çevrimi örneği;



Şekil 2.7: Dairesel cep frezeleme çevrimi örneği

Şekil 2.7'deki parçanın programını Fanuc sisteminde G25 çevrimiyle yapalım;
Ø16 mm karbür kaplamalı düz uçlu parmak freze çakısı (T03),

O .. .. ;	Program adı
T3 M6	Takım değiştirme
M03 S1400	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme
G90 G54 G0 X0 Y0 ;	Mutlak koordinat, iş parçası sıfır noktası, X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma
G43 H3 Z25 M08;	3 no.lu takımın takım boyu telafisiyle pozisyon alması ve soğutma sıvısını açma
G98 G25 X38 Y10 I38 J33 Z-6 R5 Q10 D2 F90	Çevrim sonunda başlangıç noktasına dönüş Ø46 mm cebin işlenmesi
G0 X38 Y33;	Takımın X ve Y ekseninde pozisyon alması
G25 X38 Y18 I38 J33 Z-16 R-2 Q10 D2 F90;	Ø30 mm cebin işlenmesi
G0 X98 Y15;	Takımın X ve Y ekseninde pozisyon alması
G25 X38 Y18 I98 J33 Z-10 R4 Q10 D2 F90;	Ø36 mm cebin işlenmesi
G80 ;	Çevrim iptali
G28 G91 Z0 ;	Takımın hızlı hareketle referansa gitmesi
M30;	Program sonu

Şekil 2.7'deki parçanın programını Fanuc sisteminde G25 çevrimiyle yapalım;
Ø16 mm karbür düz uçlu parmak freze çakısı (T03),

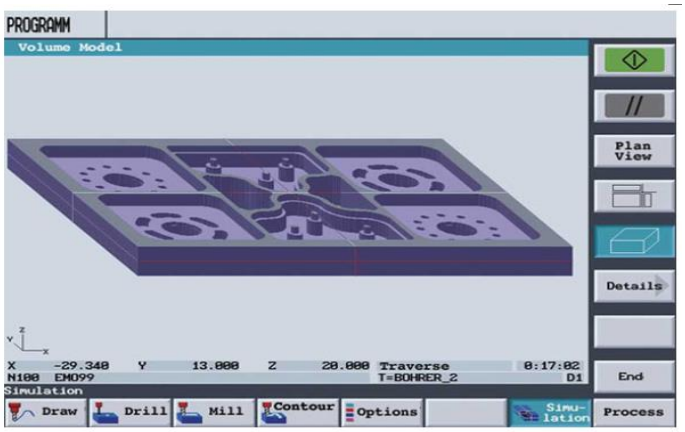
G90 G54	
T03 D1 M6	Takım değiştirme.
S1000 M03	Fener milini saat ibresi yönünde döndürme.
G0 X0 Y0	X ve Y eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
Z20	Z eksen konumuna hızlı pozisyon alma.
POCKET4(10, 0, 5, ,-16, 15, 38, 33, 50, 100, 2, 3, 0, ,,)	Çevrim parametreleri
POCKET4(10, 0, 5, ,-6, 23, 38, 33, 50, 100, 2, 3, 0, ,,)	Çevrim parametreleri
POCKET4(10, 0, 5, ,-10, 18, 98, 33, 50, 100, 2, 3, 0, ,,)	Çevrim parametreleri
M30	Program sonu

2.2. Çevrimlerin Simülasyonu ve Tezgâhta Uygulanması

Program yazımı tamamlandıktan sonra ekrandan simülasyonda kesici hareketleri kontrol edilir ve programda hata olup olmadığına bakılır. Eğer hata var ise bu hatalar düzeltilip tekrar simülasyondan takım hareketleri izlenir.

Simülasyonu başlatmadan önce **machine lock** anahtarı ON konumuna alındığında tezgâh pozisyon göstergesinde verilen ilerleme hareketleri gösterilir; fakat tezgâh eksenleri hareket etmez (Kilitlenir.).

Siemens sisteminde kesici hareketleri 2 boyutlu olarak izlenir ve simülasyon sonunda işlenmiş parçanın 3 boyutlu görünüşü elde edilir (Şekil 2.8). Simülasyon izleme ekranında editöre yazılan CNC programının simülasyonu izlenerek işlenen parça profili ve takım yolları incelendiğinde programda hatalar var ise düzeltmek için tekrar editöre dönülebilir.

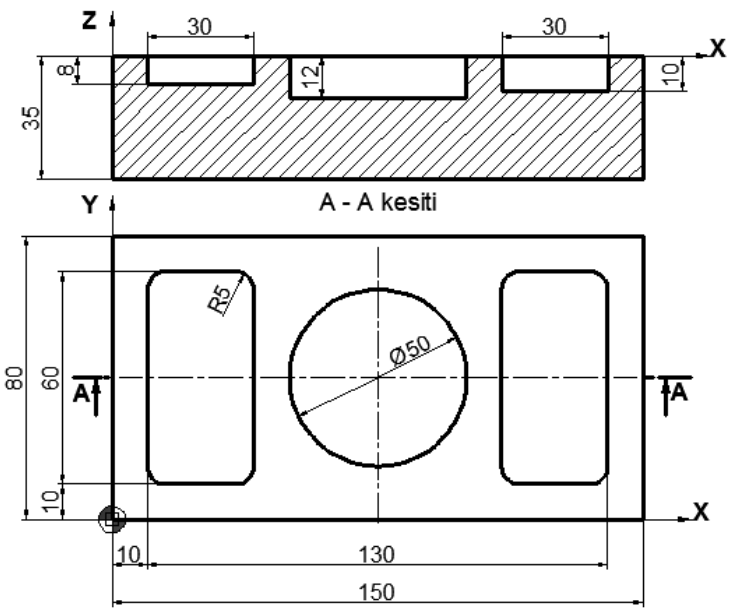


Şekil 2.8: Siemens'te cep frezeleme simülasyon ekranı

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda Şekil 2.9'da verilen iş parçası üzerinde dikdörtgen ve dairesel cep bulunmaktadır. Buna, şekle göre G24-POCKET3 ve G25-POCKET4 çevrimlerini kullanarak CNC parça programını yazınız. Yazdığınız programı gözden geçirerek simülasyonunu yapınız. Hatalar var ise düzeltiniz.

İş parçası malzemesi Ç1040;
Tarama kafası sert maden uç Ø20 mm (T01); dairesel cep için
Düz uçlu karbür parmak freze çakısı Ø5 mm (T05); dikdörtgen cep için



Şekil 2.9: İş parçası örneği

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ CNC tezgâhınızı program yazmaya hazır hâle getiriniz veya bilgisayarınızdaki CNC programında program yazma editörüne giriniz.	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Çalışma sırasında kullanacağınız bilgisayar tezgâh vb. araçları öğretmeninizin izni ile kullanınız.
➢ Verilen şekildeki noktaların koordinatlarını kontrol ediniz.	➢ Cep konumları ve derinliklerini not ediniz.
➢ G24 ve G25 çevrimlerinde kullanılan terimlerin ne anlama geldiğini öğreniniz ve bu değerlerin şekil üzerinde olup olmadığını kontrol ediniz.	➢ G24 çevrimini tekrar gözden geçiriniz. ➢ G25 çevrimini tekrar gözden geçiriniz.

➢ Programda kullanacağınız uygun teknolojik bilgileri (ilerleme, devir sayısı, kesme hızı vb.) ve kesici takımları (parmak freze çakısı) gibi unsurları tespit ediniz.	➢ ➢ Gerektiğinde öğretmeninizden yardım alarak gerektiğinde de tablolardan bu çevrim için gerekli kesme parametrelerini tespit ediniz. ➢ ➢ Cep ölçülerini kontrol ederek parmak freze seçimi yapınız.
➢ Cepleri işlemek için kullanacağınız parmak freze ölçülerini ve bunlara ait teknolojik bilgileri tespit ediniz.	➢ ➢ Gerektiğinde öğretmeninizden yardım alarak gerektiğinde de tablolardan bu çevrim için gerekli kesme parametrelerini tespit ediniz.
➢ Editör sayfasına giriniz ve programı yazınız.	➢ ➢ Gerekli konuları gözden geçiriniz.
➢ Yaptığınız işi kontrol ederek simülasyon sayfasına geçiniz ve simülasyonunu yapınız.	➢ Gerekli konuları gözden geçiriniz.
➢ Yaptığınız programı kaydediniz ve CNC freze tezgâhında uygulayınız.	➢ Simülasyon ve programın uygulanması ile ilgili konuları gözden geçiriniz. ➢ Atölye ortamını hazırlayınız. Öğretmeninizin izni ile CNC tezgâhı kullanınız. ➢ Daha önceki konu ile ilgili modüllerden CNC tezgâha iş bağlama kurallarını ve gerekli diğer konuları gözden geçiriniz. ➢ Güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Kesiciyi sıfırlayınız. ➢ Son kontrolleri yapınız. ➢ Dikkatinizi işe vererek programı çalıştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir parça üzerinde cep şeklinde bir girinti elde etmek amacıyla kullanılan çevrimlere …… denir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

2. Fanuc'da dikdörtgen cep boşaltma çevrimi için aşağıdakilerden hangi kod kullanılır?
A) G24
B) G54
C) G90
D) G00

3. Aşağıdakilerden hangisi Siemens'te dikdörtgen cep boşaltma çevriminde DP parametresini ifade eder?
A) Cebin merkez koordinatını
B) İlerlemeyi
C) Cep derinliğini
D) Cep genişliğini

4. Fanuc'da dairesel cep boşaltma çevrimi için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) G00
B) G54
C) G24
D) G25

5. Aşağıdakilerden hangisi Fanuc'da G25 cep boşaltma çevriminde D parametresini ifade eder?
A) İlerlemeyi
B) Cebin çapını
C) Cebin merkez koordinatını
D) Z ekseninde dalma miktarını

6. Aşağıdakilerden hangisi Fanuc'da G24 cep boşaltma çevriminde L parametresini ifade eder?
A) Cebin enini
B) X ekseninde cebin boyunu
C) İlerlemeyi
D) Dalma miktarını

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet,** kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Bilgisayardaki CNC programını veya CNC program yazma sayfasını uygun şekilde açtınız mı?		
3. Gerekli kesme parametrelerini tespit ettiniz mi?		
4. İşinizde hangi çevrim kodlarını kullanacağınızı ve bu kodlardaki terimleri tespit ederek şekle göre bu terimlerin karşılığını buldunuz mu?		
5. İşlem sırasını tespit ettiniz mi?		
6. Programı CNC parça programı yazma kurallarına göre yazdınız mı?		
7. Programı kaydettiniz mi?		
8. Programın simülasyonunu izlediniz mi?		
9. Atölye ortamını programı uygulamaya hazır hâle getirdiniz mi?		
10. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
11. CNC tezgâhını kurallarına uygun çalıştırdınız mı?		
12. İş parçasını, bağlama kurallarına uygun şekilde bağladınız mı?		
13. Uygun kesicileri, bağlama kurallarına uygun bağladınız mı?		
14. Kesicilerin ve iş parçasının sıfırlamasını yaptınız mı?		
15. Programı kurallarına göre çalıştırdınız mı?		
16. Süreyi iyi kullandınız mı (2 saat)?		

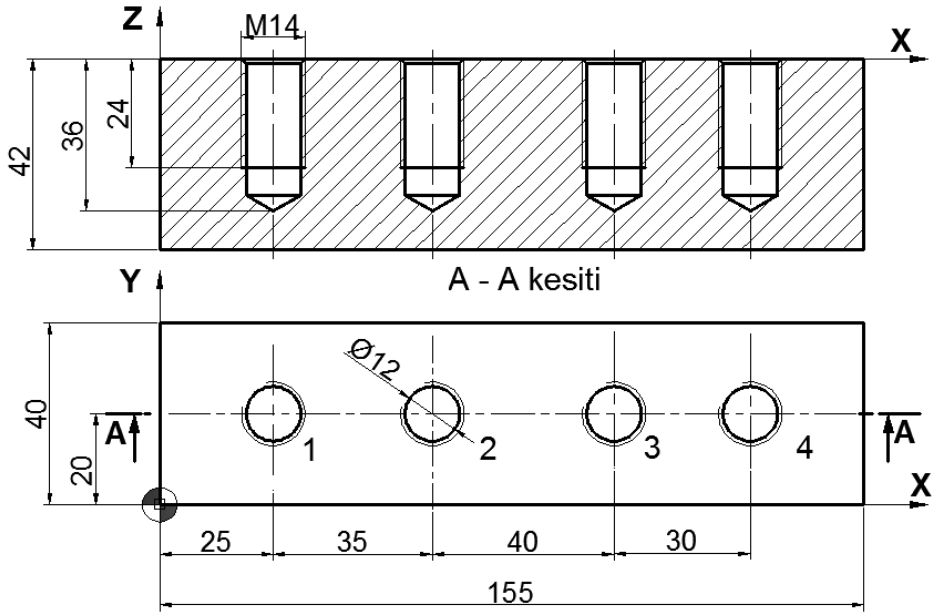
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda şekli verilen iş parçası üzerinde 4 adet delik ve M14 sağ vida bulunmaktadır. Buna göre G83-CYCLE83 ve G84-CYCLE84 çevrimlerini kullanarak CNC parça programını yazınız. Yazdığınız programı gözden geçirerek simülasyonunu yapınız. Hatalar var ise düzelterek tekrar simülasyonunu yapınız.

İş parçası malzemesi Ç1040;
Ø12 mm matkap (T03);
M14x2 kılavuz (T07);



KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet,** kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Bilgisayardaki CNC programını veya CNC program yazma sayfasını uygun şekilde açtınız mı?		
3. Gerekli kesme parametrelerini tespit ettiniz mi?		
4. İşinizde hangi çevrim kodlarını kullanacağınızı ve bu kodlardaki terimleri tespit ederek şekle göre bu terimlerin karşılığını buldunuz mu?		
5. İşlem sırasını tespit ettiniz mi?		
6. Programı CNC parça programı yazma kurallarına göre yazdınız mı?		
7. Programı kaydettiniz mi?		
8. Programın simülasyonunu izlediniz mi?		
9. Atölye ortamını programı uygulamaya hazır hâle getirdiniz mi?		
10. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
11.CNC tezgâhını kurallarına uygun çalıştırdınız mı?		
12.İş parçasını, bağlama kurallarına uygun şekilde bağladınız mı?		
13. Uygun kesicileri, bağlama kurallarına uygun bağladınız mı?		
14. Kesicilerin ve iş parçasının sıfırlamasını yaptınız mı?		
15. Programı kurallarına göre çalıştırdınız mı?		
16.Süreyi iyi kullandınız mı (2 saat)?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**çevrim**
2	**normal delik delme çevrimi - G81**
3	**G98**
4	**C**
5	**D**
6	**C**
7	**B**
8	**B**
9	**C**
10	**A**
11	**D**
12	**C**
13	**D**
14	**B**
15	**D**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**cep boşaltma çevrimleri**
2	**A**
3	**C**
4	**D**
5	**D**
6	**B**

KAYNAKÇA

- GÜLESİN M., A. GÜLLÜ, A. ÖZKAN, G. AKDOĞAN, **CNC Torna ve Freze Tezgâhlarının Programlanması** , Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.
- FANUC Series 0*i*-MC **OPERATÖR KILAVUZU**
- **SİEMENS SINUMERIK 840D/840Di-SINUMERIK 810D/FM-NC Short Guide 10.2000 Edition User Documentation Programming**
- **SINUMERIK840D solution line ShopMill ile frezeleme**